

● مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة السابعة ● العدد السابع والعشرون ● رجب ١٤١٤ هـ / ديسمبر ١٩٩٣م

النفط

● النشأة والتكوين
● الإنتاج
● التكرير

ISSN 1017 3056

منهــاج النشــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكتابها .

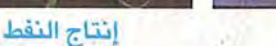
يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد


النفط والغاز



نفط المملكة



إنتاج النفط

المراسـلات

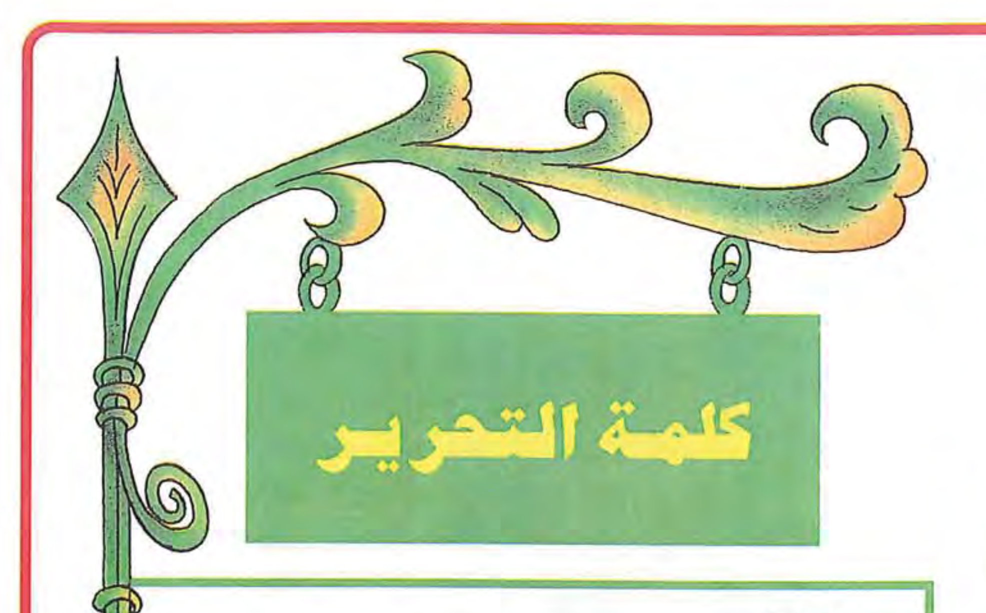
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

بسم الله الرحمن الرحيم

العلوم والتقنية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
KING ABDULAZIZ CITY FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY



* * *



قراءنا الأعزاء

تواصل مجلة « العلوم والتقنية » مسيرتها بفضل من الله في سبيل إثراء المكتبة العربية وإيصال المعلومة إلى قرائها الأعزاء آملين أن تحظى برضاكم وقبولكم مستمدين العون من الله سبحانه وتعالى ثم مستنيرين بآرائكم وإقتراحاتكم فلا تبخلون بها علينا لكي نصل وإياكم في هذه المجلة إلى المكانة المرموقة التي ترضي طموحاتنا جميعاً .

قراءنا الأعزاء

يصدر هذا العدد حاملاً بين طياته موضوعاً ذا أهمية إقتصادية ومصدراً أساساً للصناعات الحديثة ، وهبه الله للبشر فإستفادت منه في الصناعة والطاقة ويعد من أهم الثروات الطبيعية على وجه المعمورة وهب الله بلادنا الغالية منه الكثير ، وأصبح المصدر الأساس لدخلها وتطورها ، لعلكم تعرفتم عليه بعد هذه المقدمة القصيرة ، إنه النفط أو الذهب الأسود .

قراءنا الأعزاء

يشتمل العدد على العديد من المقالات منها النفط وتاريخه وتعريفه ومكامن ومصائد النفط ونشأة وتكوين وهجرة النفط ، ثم تتوالى المقالات تباعاً متناولة التنقيب عن النفط وإنتاجه ، وقصة نفط المملكة ، والمياه المصاحبة للنفط وطرق التخلص منها ، وتكرير النفط ، والآثار البيئية والصحية للنفط مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى ، هذا بالإضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تناولها في كل عدد ، نأمل أن نكون قد وُفّقنا في إشباع رغباتكم وحُزنا على رضاكم ، وهذا غاية ما نطمح إليه .

والله من وراء القصد ،،،



شركة الزيت العربية السعودية
(أرامكو السعودية)

تعد شركة أرامكو السعودية ـ مقرها الرئيس الظهران ـ الشركة الرئيسة التي تُعنى بتنمية موارد الزيت والغاز في المملكة العربية السعودية ، وهي اكبر شركة منتجة ومصدرة للزيت الخام وسوائل الغاز الطبيعي في العالم . ذلك لان احتياطي المملكة العربية السعودية من الزيت الخام في مناطق أعمال الشركة بالاضافة الى حصتها من الاحتياطي في المنطقة المحايدة يفوق احتياطي أي بلد في العالم (٢٥٪ من الاحتياطي العالمي) .

تضم أرامكو السعودية ستة قطاعات عمل رئيسة ويرأس كل منها نائب أعلى للرئيس . وينقسم كل واحد من القطاعات إلى عدد من الدوائر الإدارية التي يرأس كلاً منها نائب للرئيس أو مدير تنفيذي . وتؤلف المنطقة الإدارية الواحدة مجموعة من الإدارات التي تكون أعمالها وثيقة الصلة بعضها ببعض .

وفيما يلي شرحا موجزا لطبيعة عمل كل قطاع من القطاعات الرئيسة الستة وذلك على النحو التالي : ـ

التنقيب والإنتاج

تتركز أعمال هذا القطاع في استكشاف كميات جديدة من الزيت الخام والغاز وحفر الآبار وصيانة القديم والحديث منها ،

بالإضافة إلى تسيير أمور الإنتاج والتحكم في عملياته عن طريق الحاسبات الآلية المتقدمة . وتشمل هذه الأعمال الإشراف على معامل فرز الغاز من الزيت وصيانتها والمحافظة على سلامتها . كما يضم هذا القطاع الأعمال الهندسية الضرورية لأعمال التنقيب والإنتاج . ويشمل هذاالقطاع الإدارات التالية :-

* إدارة منطقة الإنتاج الشمالية .
* إدارة منطقة الإنتاج الجنوبية .
* إدارة التنقيب .
* إدارة هندسة البترول والتطوير .

التصنيع والتوريد والنقل

يتولى هذا القطاع مهام تشغيل المعدات المشاركة في أعمال تصنيع الغاز وسوائل الغاز الطبيعي وصيانتها، وكذلك الزيت الخام وأعمال التكرير ، وصيانة خطوط أنابيب نقل الزيت والغاز بالإضافة إلى أعمال الفُرض البحرية ، وتحميل الزيت والغاز على الناقلات المتجهة إلى الأسواق العالمية ، وخدمات توزيع الطاقة الكهربائية . ويضم هذا القطاع الدوائر الإدارية التالية:-

* دائرة التصنيع الشمالية .
* دائرة التصنيع الجنوبية .
* دائرة التوريد والنقل .
* دائرة توزيع الطاقة .

الخدمات الهندسية وإدارة المشاريع

يتكون هذا القطاع من منطقتي الخدمات الهندسية وإدارة المشاريع ، ويلعب دوراً هاماً في دعم مشروع التوسع في انتاج الزيت الخام .

خدمات الأعمال

يعمل هذا القطاع على توفير الخدمات الصناعية لجميع قطاعات الشركة التي تشمل أعمال النقل الجوي والبري والبحري ، وكذلك صيانة وإصلاح الطرق والمعدات. ويضم هذاالقطاع الدوائر الإدارية التالية :-

* دائرة الخدمات الصناعية .
* دائرة التموين .
* دائرة خدمات الحاسب الآلي والإتصالات .

العلاقات الصناعية

يقوم هذا القطاع بتوفير الخدمات الطبية والإشراف على برامج التدريب وتطوير الكفاءات الوظيفية بالإضافة إلى تنظيم شؤون الموظفين والعلاقات بهم . كما أنه يقوم بخدمات الأحياء السكنيه وإنشاء بعض المدارس الحكومية . ويضم هذا القطاع ثلاث دوائر إدارية هي :-

* الخدمات الطبية .
* العلاقات بالموظفين والتدريب .
* خدمات الاحياء السكنية .

الشؤون الإدارية والعامة

يهتم هذا القطاع بالشؤون المالية والعلاقات بالحكومة ، والشؤون العامة ، بالاضافة إلى الأمور القانونية والإدارة التنفيذية . كما يتولى هذا القطاع المحافظة على شؤون السلامة ومنع الخسائر وكافة النشاطات المتعلقة بمطبوعات الشركة وبإدارة معرض أرامكو للزوار والتصوير الصناعي وإخراج برامج الفيديو الرامية إلى تدريب موظفي الشركة .

● جزء من خدمات الحاسب الآلي في تخزين المعلومات .





● خدمات النقل والتصنيع .



النفط والغاز الطبيعي

حبا الله باطن الأرض كما حبا ظاهرها بما لا يحصى له من الثروات وطلب منا أن نطلب الرزق في خباياها وما النفط (*) إلا كذلك ، ومن نعمه جل وعلا أن يسر للبشر ولفترة من الزمن جزءاً يسيراً من النفط يتدفق تحت أقدامهم ، فإستخدموه و إنتفعوا بما يكفيهم ويُلَبِّي حاجتهم وقتذاك وحفظ الجزء الأعظم منه حبيساً في مكامنه في جوف الأرض ، حتى إذا ما دعتهم الحاجة إليه وفِّر الله لهم من أسباب العلم والتقنية ما مكّنهم به من إختراق الطبقات بحثاً عنه ، فإستخرجوه من مكامنه.

الإنسان والنفط

قصة الإنسان والنفط قديمة فقد كان على دراية ومعرفة بالنفط في صورة من صوره واستعمال من استعمالاته. وجد النفط طريقه إلى سطح الأرض على هيئة رشوحات لفتت إنتباه الإنسان رائحتة المميزة ولونه وطعمه، وإن كان من الصعب تحديد بداية إكتشاف الإنسان للنفط وإستثماره، إلاّ أن ما وجد من الآثار يشير إلى أن سكان الشرق الأوسط هم أول من عرف النفط، وألفوا نيرانه المشتعلة، وإستخدموا السائل منه والقار لأغراض متعددة منذ آلاف السنين.

تعدَّدت إستخدامات النفط قديماً في الطب والبيطرة والوقاية من الحشرات والزواحف وتطهير البيوت والشوارع ومصدر للطاقة في التدفئة والإضاءة وتزييت العجلات وعزل وطلاء القوارب والآنية وقنوات الري وفي صناعة الآلة الحربية لعمل السهام الملتهبة والقنابل الحارقة.

كان لعلماء المسلمين السبق في دراسة النفط وتقطيره كيميائياً والحصول على مشتقاته الخفيفة وبرع من بينهم **محمد بن زكريا الرازي** ، ووضع إخوان الصفا نظرية بأصل النفط والأسفلت إعتماداً على تجاربهم الكيميائية .

النفط في اللغة

كما أستعمل العرب النفط دواءً لبعض أمراضهم وعلاجاً لجرب إبلهم وطلاءاً لسفنهم وآنيتهم ووقوداً لسرجهم ونيرانهم، دخل ايضاً في لغتهم وأدبهم. فقد جاء في «لسان العرب» **لابن منظور** أن «النفط دهن» ، وقال **ابن سيده** « النفط الذي تطلى به الإبل للجرب والدبر والقردان » ، وقال **أبو حنيفة** «النفط حلابة جبل في قعر بئر توقد به النار، والنِفط بكسر النون أفصح» .

إختلف اللغويون في أصل كلمة نفط، فذهب بعضهم إلى أنها نبطية أو يونانية أو آكدية الأصل. ولكن الدكتور/ **يحيى جبر** يرى أنها عربية الأرومة ويقول « تصاقب كلمة نفط كلمتي « نبت » و« نبط » وهي جميعاً إلى دلالة تنصرف إلى معنى الخروج ، فالنبط ما يتحلب في البئر أول ما تحفر. ومنه سمى الأنباط لعملهم في الزراعة وإستخراج الماء، والنبت يخرج من الأرض والنفط يفعل مثل ذلك » . أما إنستاس ماري الكرملي فيقول أن كلمة «نفط» عربية سامية قديمة جداً أخذها اليونان عن العرب وقالوا « نفثا » .

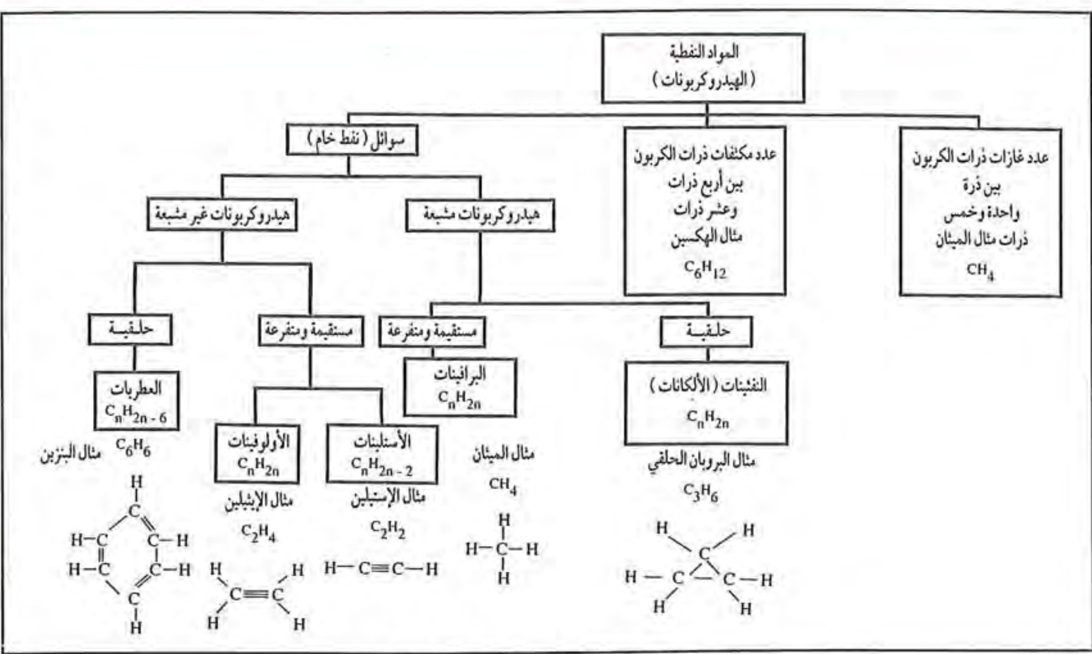
وبجانب كلمة « نفط » هناك كلمات مرادفة مثل « زيت » و« بترول » . والكلمة الأخيرة مُعَرَّبة عن اللفظة الإنجليزية « بتروليوم petroleum » التي تتكون من كلمتين لاتينيتين هما « بترو petro » أو «بترا petra» ، وتعني الصخر و« أوليوم oleum » وتعني الزيت وبذلك تكون ترجمة كلمة « بتروليوم » هي زيت الصخر ، ومنه أستحدثت كلمة زيت.

هذا وأطلقت العرب على الموضع الذي يستخرج منه النفط «النَفَّاطة» و «النَّفَاطة» وهذا التعبير أفصح من استعمالنا اليوم لكلمة حقل والتي هي ترجمة حرفية للكلمة الأجنبية (Field)(**) .

تعددت مرادفات النفط وإستُخدمت بعض ألفاظ مشتقاته ليُقصَد بها النفط الخام ، إلا أن أشمل وأدق لفظة تُطلَق على جميع أنواع النفط ومشتقاته هي لفظة الهيدروكربونات ، وهي مصطلح علمي كيميائي يقصد به مختلف المركبات النفطية في جميع حالاتها غازية كانت أم سائلة أم صلبة .

تصنيف النفط

يتكون النفط بشكل عام من مئات الآلاف من المركبات المختلفة التي يتكون



● شكل (١) التقسيم الكيميائي للمواد النفطية .

٧٥٪ من تركيبها الكيميائي أساساً من إتحاد ذرات هيدروجين بذرات كربون بنسب مختلفة تتراوح بين ٨٣ إلى ٨٧٪ من الكربون و١١ إلى ١٥٪ من الهيدروجين ، وبالإضافة إليهما يدخل الكبريت والأكسجين والنيتروجين بنسبة لاتتجاوز ٥٪ ونسبة ضئيلة من المواد غير العضوية.

وعموماً تصنف الهيدروكربونات بجميع أنواعها تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى أربع مجموعات أساس ، شكل (١) ، هي: -

١ ــ البارافينات أو الألكينات : هيدروكربونات مشبعة ومستقرة كيميائياً وعلى هيئة سلاسل مستقيمة أو متفرعة وترتبط ذرات الكربون ببعضها برابطة واحدة (C_nH_{2n+2}) وتشمل جميع أنواع النفط وخاصة الخفيفة منها وأبسط أنواعها الميثان .

٢ ــ الأولوفينات والأستلينات : هيدروكربونات غير مشبعة على هيئة سلاسل مستقيمة أومتفرعة ترتبط فيها ذرات الكربون مع بعضها برابطتين كما في الأولوفينات (C_nH_{2n}) مثل الإثيلين ، وفي الأستلينات (C_nH_{2n-2}) ، ترتبط ذرات الكربون ببعضها بثلاث روابط مثل الإستيلين .

٣ ـ النافثينات : هيدروكربونات حلقية (C_nH_{2n}) ذرات الكربون فيها مشبعة بذرات الهيدروجين ومنها البروبان الحلقي .

٤ ـ العطريات : هيدروكربونات غير مشبعة نشطة كيميائياً تحتوي على حلقة البنزين (C_nH_{2n-6}) ومنها البنزين .

كما وتصنف الهيدروكربونات الرئيسة حسب تواجدها إلى خمسة أنواع هي: -

(أ) الكيروجين : مواد عضوية دقيقة الحبيبات غير متبلورة توجد مختلطةً مع صخور فتاتية ناعمة ، وعند وجودها بكميات تزيد عن ٥٪ وزناً فان هذه الصخور تعرف بالصخور المولدة للنفط.

(ب) الأسفلت : عبارة عن هيدروكربونات بلاستيكية لزجة في المكمن وصلبة عند وصولها إلى سطح الأرض ، وتكون إما بسبب نضج غير كامل للكيروجين أو بسبب حرارة عالية أدت إلى حرق الكيروجين (أو النفط) وتفحمه ، أو بزوال الأجزاء الخفيفة الغازية والسائلة من النفط الخام .

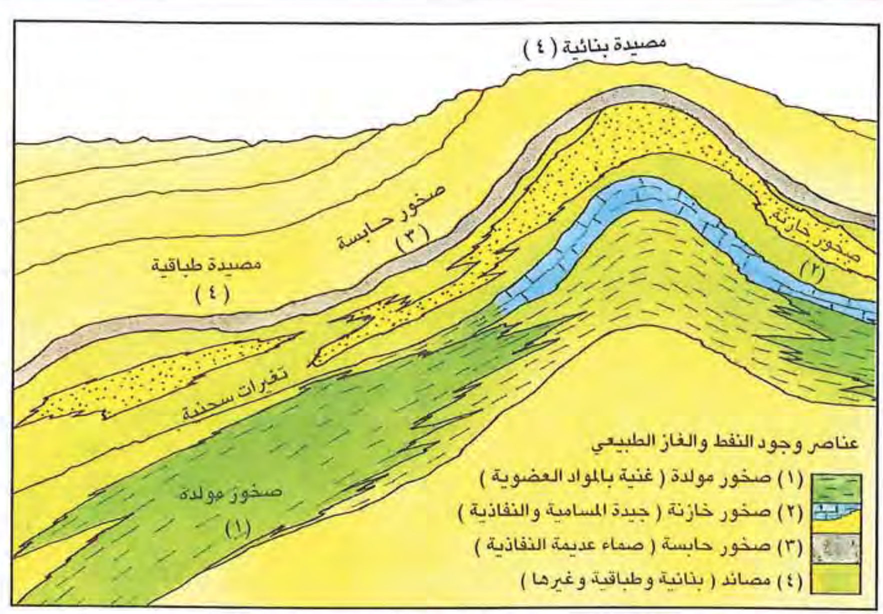
(جـ) النفط الخام : عبارة عن هيدروكربونات معقدة التركيب كيميائياً . والنفط الخام سائل دهني له رائحته المميزة ، وقد يختلف لونه وكثافته ومكوناته الثانوية من حقل لآخر، بل ومن طبقة لأخرى حسب نوعية المواد المولدة له والظروف الجيولوجية والكيميائية التي تعرضت لها ومراحل نضجها .

كما ويصنف النفط والغاز إلى نوعين تبعاً لما يحتويه من كبريت إما مذاباً على هيئة غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أو ضمن مركبات عضوية. فإذا كان النفط لايحتوي على الكبريت أو على نسبة قليلة منه لا تتجاوز ١٪ سمي نفطا حلواً، أما إذا إحتوى على نسبة أعلى فهو نفط حامض أو (لاذع).

ويصنف النفط أيضاً حسب خصائصه الطبعية مثل اللون والكثافة ، فهنالك النفط الأسود والزيتي المخضر والبني المصفر وغيرهما وكذلك حسب كثافته النوعية .

(د) الغاز الطبيعي : هيدروكربونات خفيفة ومنها الميثان والإيثان والبروبان صنفت الغازات كالنفط تبعاً لإحتوائها على الكبريت أو عدمه فهي إما غازات حلوة أو غازات حامضة أو لاذعة .

وتُصَنف الغازات طبقاً لإحتوائها على هيدروكربونات سائلة وعندئذ فهي إما غازات جافة لا تحتوي على أية سوائل ، وإما غازات رطبة تحتوي على القليل من السوائل ، ومصطلح رطبة أو جافة لا علاقة له على الإطلاق بالماء وإنما يرتبط بوجود أو عدم وجود سوائل هيدروكربونية أخرى مع الغاز .



● شكل (٢) العناصر الرئيسة لتكون النفط وهجرته وخزنه وحبسه.

كما وتصنف الغازات حسب تواجدها في المكامن، فهي إما غازات حرة وهي التي تتجمع في المكامن بمفردها حرةً طليقةً، أو غازات مصاحبة، وهي التي تتجمع في مصائد تعلو طبقة النفط، أو غازات ممتزجة وهي التي تكون ممتزجة به بسبب الضغط في المكمن وتنفصل عنه بمجرد إنخفاض الضغط سواء في المكمن أو عند الإنتاج.

(هـ) المكثفات: هيدروكربونات خفيفة تمثل مرحلة إنتقالية بين النفط الخام والغاز الطبيعي، وتوجد في ظروف حرارة وضغط المكمن على هيئة غازية ولكن بوصولها إلى السطح وتحت الضغط الجوي تتكثف وتصبح سائلة (غازات سائلة) ومنها البنتان والأوكتان والهكسان.

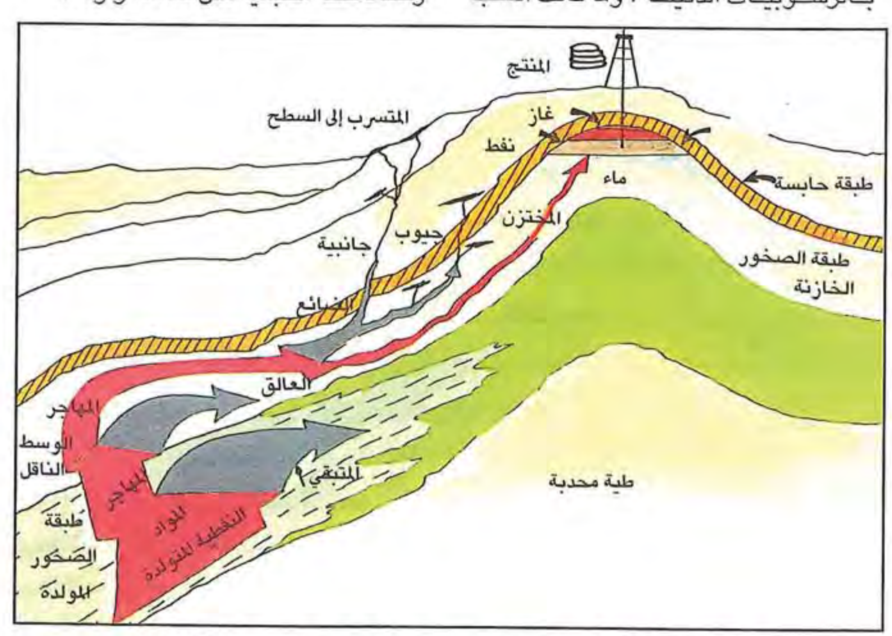
منشأ النفط وأصله

كان ولازال مصدر النفط مثاراً للجدل والنقاش بين علماء الأرض، وقد وضعت نظريات مختلفة بغية معرفة أصل النفط وكيفية نشأته. ومن تلك النظريات ما يرجع أصله إلى عوامل كونية ونظريات أخرى ترجعه إلى عوامل عضوية وغير عضوية.

وتعد النظرية العضوية الأكثر قبولاً لدى معظم علماء الأرض في الوقت الحاضر، وتتلخص النظرية في إرجاع أصل النفط إلى منشأ عضوي نتيجة تحلل كميات هائلة من مختلف أنواع الأحياء البحرية الدقيقة والتي تعرف بالعوالق سواء النباتية الدقيقة منها (phytoplankton) أم الحيوانية الدقيقة (zooplankton)، والتي بموتها تكدست مع بقايا كائنات أخرى على القيعان وإختلطت بالرسوبيات الدقيقة. ولما كانت أنسجة وهياكل تلك الأحياء غنية بالكربون والهيدروجين فانه وبتعرضها ـ وبمعزل عن الهواء مع الصخور الرسوبية التي تعرف بصخور المصدر ـ لمختلف العوامل الجيولوجية والكيميائية من ضغط وحرارة شديدين، وما ينتج عن ذلك من تفاعلات كيميائية معقدة من إختزال ونشاط بكتيري وغيرها، أدت إلى تحوّل تلك المواد إلى نفط.

تنتج الطبقة المولدة للنفط كميات من النفط إلا أن ما يطرد إلى الطبقات المجاورة كمية قليلة نسبياً، أما النسبة العظمى فتبقى في الصخور المولدة ولايمكن إنتاجها. وخلال عمليات الهجرة المتكررة فإن جزء كبير من النفط يضيع في الطريق بين حبيبات الصخور وفي الفجوات والمغارات والشقوق وأحياناً الهرب إلى سطح الأرض ولا يصل إلى المكامن ويصاد فيها إلا جزء يسير جداً من النفط المنتج أصلاً من الطبقة المولدة وحتى هذا الجزء اليسير لايمكن إنتاج إلانسبة قليلة منه، شكل (٢).

وتجدر الإشارة إلى أن بيئات ترسيب المواد العضوية والظروف الجيولوجية التي ساعدت على تكوين النفط تتحكم في خصائصه الكيميائية من حيث مكوناته، وخصائصه الطبيعية مثل كثافته ولونه.



● شكل (٣) العلاقة بين النفط المتولد والمتبقي في صخور المصدر والنفط المهاجر.

إمكـان وجـود النفـط

ليس هنـــالك مناطق محددة أو صخور معينة أو أعماق ثـابتة أوأعمار جيـولوجيـة خاصـة يوجد فيها النفط. فيحفـر بحثاً عن النفط في الأحـواض الرسـوبية على اليـابسة وتحت البحـــار وتحت الجليـــد في شمال الأرض وجنـوبها ، ويتجمـع النفــط فـــي الصخـور ذات المسـاميـة والنفـاذيـة التي تسمح بحـركته سـواء كانت تلك الصخـور رسوبية أم نارية.

متطلبات تكـون النفـط

إن أول مـا يجب معرفته عند البحث عن النفط في منطقة ما هو التأكد أنها تقع ضمن حوض رسوبي أو قريبـة منه ، ثم التأكد من وجـود المتطلبـات اللازمـة لـوجـود النفط ، شكل (٣) ، وهي : ـ

١ ـ الطبقات المولدة للنفط : صخور رسـوبية غـالباً مـا تكـون طينية أو جيريـة دقيقـة الحبيبـات غنية بـالمواد العضـويـة (كيروجين) والتي بتعـرضهـا لعمليـات كيميائية وفيزيائية معقدة ووقت جيولوجي مناسب تتحول إلى نفط أو غاز.

٢ ـ هجرة النفط : بعد تكوُّن النفط في الصخـور المولـدة ونتيجـة للضغط عليهـا يطـرد ما تكَّـون من نفط في هجرة أوليـة إلى صخـور ذات مسـاميــة ونفـاذيـة تسمح بحـركتـه ، وبإزدياد كميـاتـه وتحت تأثير ضغط الصخـــور والحركـــات الأرضيـــة وبمسـاعـدة دفع الماء الجوفي يهاجـر النفط بحثـاً لـــه عن سبيل إلى سطح الأرض أو أن يجد له عائقاً يمنعـه من الحركة ويحبسه في المكامن ، وهناك وبسبب الجاذبيـة والكثافة وإزدياد كمياته ينفصل الغاز في أعلى المكمن ويسفلـه الخفيف من النفط فـالأثقل تحتـه وهكذا ، وفي الأسفل يكون الماء.

٣ ـ طبقـات خازنـة للنفط : طبقات ذات مســاميـة ونفـاذيـة كـافيتين للسماح بحركـة النفط وتجمعه فيها وإنتاجـه منها ، ولا بـد من وجـــود طبقـة صماء ومصيـدة لحبس النفط في هذه الطبقات .

٤ ـ الطبقات الحابسة : صخور صماء عديمـة النفاذية تعلـو صخور المكمن وتمنع النفط من النفـاذ خلالها رأسيـاً ، ومن أغلب هذه الصخـور الطفَّال والمتبخرات كـالأملاح والأنهيدرايت .

٥ ـ المصـــائد : صخور لمنع النفط من الهجرة جـانبياً حيث أن منع هجرتـه رأسياً بالطبقات الحابسة ليس كافياً لصيده إذ لابد من منعه من مواصلة هجـرته جانبيا أيضا. وهنا يأتي دور المصائد التي منهـا الطباقية والبنـــائيــــة والحركــــة المائيـــة (الهيـدرودينـاميكية) والمصـائد المشتركـة بينها .

التنقيـــب

التنقيب هـو البحث عـن مكـامن تجمع النفط بإستخدام مختلف أنـواع المسح جوياً وأرضياً وجوفياً. وقـد كانت رشوحات النفط هدفاً رئيسـاً لعمليات الإستكشاف الأولية في البحث عن النفط، فمنـذ أن حفر الكولـونيل **دريك** بئـره الأولى في عـــام ١٨٥٩م وحتى ١٩١٠م وجميع عمليـات التنقيب عن النفط متركـزة حول منـاطق رشوحـاته . ونتيجـة لحفـر آلاف الآبار تبلـورت نظريـة جديـدة دعت للبحث عن النفط في المصـائد البنـائيـة كـالطيـات المحدبـة والقبـاب ، وأثبتت هـذه النظرية نجاحهـا في عام ١٩١٢م بإكتشاف أول حقل للنفط (بـــدون رشـــوحـــات) في كـوشينج في ولاية أوكـلاهـومـا الأمريكيـة وذلك من خلال حفر طية محدبة.

تبـدأ المرحلة الأولى من التنقيب بـالبحث عن رشـــوحـات سطحيـــة للنفط والقيـــام بـالـدراســـات الجيـولـوجيـة الميـــدانيـة والإستعانة بما في المنطقـة من آبار ومحاجر ومنـــاجم وغيرهـا، ودراســـة معلـومـــات الإستشعار عن بعد كالصور الجوية وصور الأقمار الصنـــــاعيـــة بأنواعها ، وكذلك الدراسات الجيـوكيميائية للصخور لمعـرفة إحتوائها على المواد العضـوية المولدة للنفط ، ومـا تعرضت لـه من ظـروف جيـولوجيـة وفيـزيائيـة. تهدف هـذ المرحلـة إلى معرفـة أنـواع الصخور وخصـائصهـا وعلاقـاتها البنائية والطباقيـة، وتحديد وجود متطلبات تكُّون وتجمع وحبس النفط ، ثم تبدأ المرحلة الثانيـة وهي عمليات المسح الجيوفيزيـائية والتي تهدف إلى التعـــرف على التركيبـات البنـائية تحت السطحيـة وذلك بإستخـدام المسـح التثــــــــاقلي أو الجذبي والمسـح المغناطيســي والمسـح الزلزالي أو الإهتزازي بنـوعيـه الإنعكاسي والإنكسـاري وغيرهـا. وعلـــى ضـــوء نتائـــج هـــذه الدراســـات تتحدد المنـاطق التي ستكون هـدف عمليات الحفر اللاحقة .

الحفـــر

لاتستطيع جميع الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائيـة والجيوكيميائية مهما بلغت من الدقـة والشموليـة في الوقت الحاضر من تحديد مـوقع تجمعات النفط والغـاز إذ لابد من الحفــــر فهـــو الفيصل في العمليـــات الاستكشـافية النفطيـة ، ويتم ذلك بتحديـد موقع البئر وتقديـر عمق الطبقة أو الطبقات المحتمل وجود النفـط فيها، ووضـع برنـامج للحفـر يشتمـل على المعلـومـــات الأســاس للتعرف على الطبقـات تحت السطحية أثنـاء الحفر، وتقدير أعماقهـا وسماكاتها وأماكن تثبيت أنابيـب التغليف أو التبطين والسمنتة وأنـواع الطين المستخـدم في الحفـر وأنـواع السجلات الجيـوفيزيـائية المراد تسجيلهـا، وأعماق تثقيب أنـــابيــب التغليف لإختبـــار الطبقات المؤمل وجود النفـط فيها، وإختبار مـا قـد تحتويـة تلك الطبقـات من سـوائل وغازات ، وبـرامج زيـادة إنتاجيـة صخور المكمن بتحميضها أو تشقيقها .

يـدرس أثنـاء الحفـر كل مـا يخرج من البئـر مـن الصخـــور الفتاتيـة المجروشـة

أو العينات اللبابية لمعرفة نوعية صخور ومسامية ونفاذية الطبقات ، كما وتراقب طفلة الحفر لمعرفة ما قد يصاحبها من آثار للنفط أو الغاز أو تغير مستواها في البئر وضغطه .

هذا ويتم ، أثناء وبعد الإنتهاء من حفر البئر ، إنزال أجهزة جيوفيزيائية لمعرفة بعض الخصائص الطبيعية للطبقات مثل مقاومتها الكهربائية وكثافاتها وسرعة نقلها للصوت ونشاطها الإشعاعي وميل الطبقات وغيرها ، ومنها تستنتج معلومات مهمة عن نوعية صخور الطبقات وطبيعة تماس بعضها ببعض وتقدير سماكاتها ومساميتها وما قد تحتويه من سوائل وغير ذلك . وتعرف دراسة هذه السجلات بتقويم الصخور (Formation Evaluation) .

تطورت تقنيات حفر الآبار من حفر آبار لا تتجاوز مئات الأمتار عمقاً إلى آبار أعماقها آلاف الأمتار ومن طرق الحفر بالدق إلى الحفر الرحوي إلى الحفر التوربيني. وبالإضافة إلى الحفر التقليدي أو العمودي والمائل تطورت عمليات الحفر الأفقي الذي يتميز عن الحفر التقليدي والمائل بعدد من الميزات منها تخطي الكثير من العقبات الطبعية والحواجز العمرانية للوصول إلى المكامن ، وكذلك إنتاج كميات أكبر من النفط والغاز من مكامن قليلة السماكة وقليلة النفاذية أيضاً ، وتلافي الكثير من مشاكل الإنتاج وصيانة المكامن .

تصنيف الآبار

تتعدد الأهداف وراء حفر الآبار سواء قبل حفر الآبار الإستكشافية بحثاً عن النفط أو بعدها، فلكل نوع من الآبار وظيفته وتصميمه، هذا وقد تصمم بئر لهدف ثم تحول وظيفتها لهدف آخر أثناء أو بعد الحفر ، وتصنف الآبار إلى الآتي :ـ

١ ـ الآبار المساندة : وهي آبار تحفر للحصول على معلومات جيولوجية عن الطبقات تحت السطحية للمنطقة سواءا كانت الآبار طباقية أم بنائية أم آبار تحفر للحصول على معلومات جيوفيزيائية كما وقد تحفر آبار للحصول على المياه الجوفية لإستغلالها أثناء عمليات الحفر .

٢ ـ الآبار الإستكشافية : آبار تحفر بهدف محدد هو البحث عن التجمعات النفطية بكميات تجارية، وتسمى البئر التي يعثر على النفط فيها بئر مكتشفة لنفط أو مكثفات أو غاز ، أما عندما لايوجد شيء في البئر فهي بئر جافة ومصيرها عندئذ إما أن تهجر، وهي بذلك بئر مهجورة أو مغلقة أو تحول إلى بئر لإنتاج الماء أو للمراقبة .

٣ ـ آبار تطويرية : آبار تحفر لتطوير الحقل المكتشف ومعرفة المزيد من المعلومات عنه . وعند البدء بالإنتاج فهي بئر إنتاجية ، وتصنف إما بئر دافقة وإما بئر منتجة بالضخ.

٤ ـ آبار حقن : وهي آبار تحفر لحقن المكامن بهدف تعزيز الضغط فيها وعندئذ تسمى تبعاً لما تحقن به من ماء أو غاز أو بخار أو غير ذلك .

هذا وقد تصادف البئر مشاكل فنية تقنية تحول دون وصول البئر إلى الهدف المراد أو العمق المطلوب الوصول اليه مما يتسبب في توقف الحفر وهجرها فهي في هذه الحالة بئر معلقة .

مكامن النفط

يمكن تقسيم مكامن النفط إلى التالي :ـ

١ ـ مكامن غير مشبعة : وهي مكامن غير مشبعة بالغاز ولا تحتوي إلا على القليل منه ، ونتيجة لتخفيف الضغط على المكمن عند الإنتاج فإن المكمن يستمد طاقته الذاتية من ثلاثة مصادر هي :ـ

* تمدد سوائل المكمن بما فيها النفط والمياه التي تسفله مما يساعد على دفع النفط نحو الآبار .

* تقلص المسامات لتمدد حبيبات الصخور مما يساهم في طرد جزء مما تحتويه من نفط .

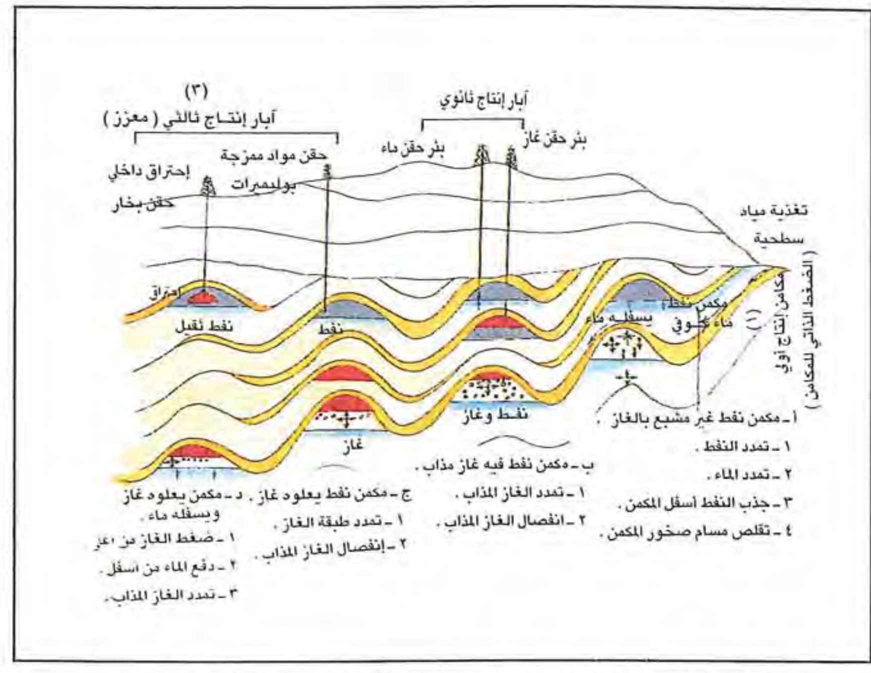
* تجمع النفط بفعل الجاذبية أسفل المكمن مما يسهل عملية ضخه من خلال فتحات آبار تحفر في أسفل المكمن .

تتميز هذه المكامن بضعف في تدفق النفط عند بدء الإنتاج كما ويتناقص ضغط المكمن بسرعة حتى يكاد يتلاشى، وتتناقص نسبة الغاز إلى النفط حتى تكاد تنعدم تماماً بعد فترة قصيرة من الإنتاج، وعادة مايكون مستوى إنتاج هذه المكامن متدنٍ ، ولايتجاوز ٥٪ من إجمالي نفط المكمن .

٢ ـ مكامن فيها غاز مذاب : يختلط الغاز بالنفط نتيجة للضغط الواقع عليه في المكمن وعند بدء الإنتاج يبدأ الغاز في الإنفصال عن النفط على هيئة فقاعات تندفع وتدفع النفط نحو فتحات الآبار. تتميز هذه المكامن بأن نسبة الغاز إلى النفط تكون في البداية قليلة وتتزايد حتى تبلغ أقصى مدى لها ثم تتناقص حتى تنعدم، وتتراوح كمية ما يُنتج من نفط المكمن بالإعتماد على هذه الطاقة من ٥ إلى ٣٠ ٪ .

٣ ـ مكامن يعلوها غاز : أثناء تجمع النفط والغاز في صخور المكمن يجد الغاز طريقه إلى أعلى المكمن متجمعاً فوق النفط. وعند بدء الإنتاج يأخذ الغاز بالتمدد ضاغطاً على النفط مما يزيد من إنتاجه. وإضافة إلى ضغط الغاز قد يحتوي النفط على كميات من الغاز المذاب والذي يتحرر من النفط فيدفع به نحو الآبار. وتتميز هذه المكامن بأن ضغط المكمن يتناقص ببطء وأن نسبة الغاز إلى النفط تزداد في الآبار التي تحفر في أعلى المكمن ، وتعتمد كمية ما يُنتج من نفط على ضغط طبقة الغاز ، وتُقدر هذه الكمية ما بين ٢٠ إلى ٤٠٪ من نفط المكمن .

٤ ـ مكامن أسفلها ماء : يوجد الماء تحت معظم مكامن النفط ، وقد يكون الماء



● شكل (٤) مخطط افتراضي لمختلف أنواع الضغط الذاتي للمكامن وأنواع الإنتاج .

على إتصال بالسطح ويتغذى من المياه السطحية أويكون جارياً في الطبقات الجوفية ويلامس الماء مباشرة أسفل نفط المكمن ، وقد يوجد الماء في نفس طبقة المكمن ويلامس أطراف نفط المكمن. وعند بدء الإنتاج يعمل الماء على دفع وإزاحة النفط ليحل محله مما يزيد من إنتاج النفط بكميات أكبر. ويكون الضغط في هذا النوع من المكامن عالياً ويستمر لفترة أطول وتكون نسبة الغاز إلى النفط متدنية ، وربما وجد الماء طريقه مع النفط في المراحل الأخيرة للمكمن. ولذا فإن كمية كبيرة من نفط المكمن يمكن إنتاجها بفعل هذه الطاقة ، وتتراوح هذه الكمية مابين ٣٥ إلى ٧٥٪ من النفط الكلي في المكمن .

٥ ـ مكامن أعلاها غاز وأسفلها ماء : هناك حقول نفط يوجد فيها كميات من الغاز تعلو النفط بالإضافة إلى مياه أسفل المكمن وعند الإنتاج تعمل كلتا الطاقتين العلوية والسفلية ، بالإضافة إلى طاقة ثالثة ناتجة عن تمدد الغاز المذاب بالنفط لتدفع النفط نحو الآبار. وتعد مثل هذه المكامن أكثر إنتاجاً للنفط من غيرها .

مكامن الغاز

قد تحتوي مكامن النفط على غاز حر في أعلى المصيدة أو مذاباً في النفط ، ولكن مكامن الغاز التي نحن بصددها لا تحتوي على النفط ولكنها قد تعلو ماء أو مكثفات. وتتميز مكامن الغاز بأنها ليست كمكامن النفط بحاجة إلى طاقة إضافية لزيادة الإنتاج ، بل يتم إنتاج الغاز إعتماداً على طاقته الذاتية ، ويعد الغاز أكثر قدرة على التمدد والتحرك من النفط وقد ينتج ما مقداره ٨٠٪ من غاز المكمن .

الإنتاج

تستخدم شتى الوسائل والأساليب لإنتاج أكبر كمية ممكنة من النفط ، فهنالك مرحلتان لإنتاج النفط تعتمد الأولى على طاقة الضغط الذاتية للمكامن والثانية على ما يحقن في المكامن لتعزيز طاقتها ، شكل (٤) .

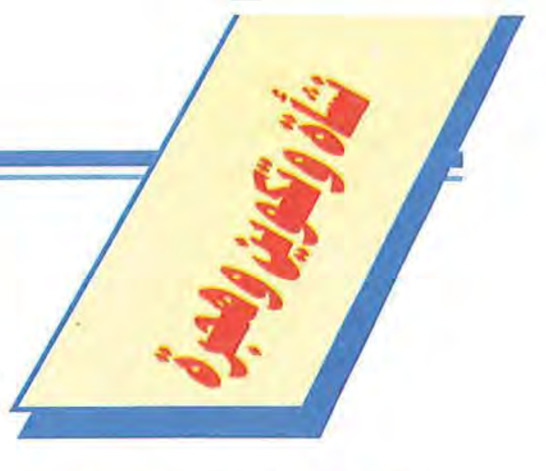
١ ـ الإنتاج الأولي : يتدفق ما في المكامن من نفط نحو فتحات الآبار في المراحل المبكرة للإنتاج نتيجة لطاقة ذاتية ـ داخل المكمن ـ تتنوع تبعاً لنوع المكمن نفطاً كان أم غازا .

٢ ـ الإنتاج بالحقن : نظراً لعدم كفاءة الضغط الطبيعي أو تناقصه بسبب الإنتاج تتدنى معدلات الإنتاج وقد تتوقف تماماً ، لذا يعمد إلى حقن المكامن بمواد مختلفة بهدف زيادة ضغط المكامن أو المحافظة عليه لإنتاج أكبر قدر من النفط المتبقي ، وهناك طريقتان تعرف الأولى **بالإنتاج الثانوي** وهي حقن المكمن بالماء أو الغاز ، والثانية أكثر تعقيداً وتقنية وتعرف **بالإنتاج المعزز أو الثالثي** وهي حقن المكمن بالبخار وإحلال المواد الممزجة والبوليمرات ، وكذلك الإحتراق الداخلي . وفي كلا الطريقتين تختلف مواد ووسائل الحقن بإختلاف طبيعة المكامن .

الحقل والإحتياطي

تستخدم المعلومات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرة قبل الحفر لتقدير حجم التراكيب البنائية المحتمل صيد النفط فيها ، وبإفتراضات لمسامية ونفاذية صخور المكمن ، وبناء على هذه التقديرات والإفتراضات وغيرها ، تُحسب كميات ما قد يُكتشف من نفط في منطقة البحث قبل مباشرة الحفر ، ويعرف هذا التقدير بالإحتياطي المبدئي (غير المؤيد بالحفر). وبعد إكتشاف النفط ونتيجة حفر عدد من الآبار وتحديد معالم الحقل يتم تقدير كميات النفط بموثوقية معقولة من واقع معلومات مباشرة على ضوئها يتم حساب كميات النفط في المكمن ، وهذا هو الإحتياطي المثبت (المثبت بالحفر). أما كميات النفط المنتج النهائي (عند النضوب) فهو المجموع الكلي لكل كميات النفط المنتجة فعلياً من الحقل بعد توقف الإنتاج .

(*) عندما يذكر النفط بشكل عام في هذا المقال فانه يقصد بذلك بعض أو كل مشتقاته كالقار والإسفلت، النفط الخام، المكثفات والغاز الطبيعي. وإذا ما أريد التخصيص يذكر ما أريد تخصيصه .



النفط

د. عبد العاطي أحمد الصادق

يتحقق تجمع النفط بكميات تجارية عند توفر عناصر أساس تبدأ بمرحلة النشأة والتكوين التي تشتمل على صخور المصدر وتوليد النفط ونضجه ، ثم مرحلة الهجرة الأولية والثانوية ، وأخيراً مرحلة التجمع وتشمل عناصر ثلاثة هي صخور السقف (المحابس) ، وهي صخور غير مُنِفْذَة تمنع تسرب البترول رأسياً إلى سطح الأرض ، والمصائد وهي تراكيب مغلقة مناسبة لاصطياد النفط المهاجر وحبسه بداخلها ، وأخيراً المكامن وهي صخور ذات مسامية فعالة ونفاذية عالية مثل الصخور الرملية والجيرية .

ويوضح شكل (١) العوامل المذكورة لتجمع النفط والغاز مرتبة حسب المعلومات المتاحة والترتيب المنطقي .

نشأة وتكوين النفط

إن نشأة وتكوين وهجرة النفط موضوع شائك ويكتنفه الغموض في كثير من جوانبه خاصة أن النفط سائل لا يطيب له الإستقرار في مكان نشأته ، بل يهاجر ويستقر به المقام فى مكان آخر ، وقد تعددت الآراء حول طريقة تكوين النفط وإنتهت إلى نظريتى النشأة غير العضوية والنشأة العضوية .

● النشأة غير العضوية

تمثل هذه النظرية مجموعة آراء قديمة منها الإعتماد على تجارب معملية حاولت أن تصطنع الظروف الحقلية لتكوين النفط ، حيث أمكن الحصول على مواد هيدروكربونية بوساطة عمليات كيميائية أساسها تفاعل الماء الساخن مع كربيدات المعادن ، وكذلك الاعتماد على عدة ظواهر طبعية منها وجود كميات من غازات الهيدروكربونات في الأجزاء المحيطة بالأرض والكواكب الأخرى ، وأيضاً خروج غازات هيدروكربونية مع البراكين مما أدى إلى إحتمال أن يكون للبترول أصل فضائي أو أصل بركاني أو أصل صهيري .

● النشأة العضوية

إعتمدت نظريات النشأة العضوية على العديد من الشواهد التي تدل على أن النفط نشأ من مواد عضوية من أصل نباتي أو حيواني ، وتتمثل هذه الشواهد في التالي :-

١ - إكتشاف معظم التجمعات النفطية (٩٩٪) في الصخور الرسوبية ، وفي الحالات النادرة يمكن وجود النفط في صخور القاعدة المركبة أو الصخور النارية والمتحولة حيث يكون هذا النفط قد هاجر إلى هذه الصخور من الصخور الرسوبية المجاورة .

٢- وجود المركبات النيتروجينية (الأزوتية) واليورفين في النفط والتي توجد فقط في خلايا الكائنات العضوية فقط سواء أكانت حيوانية أم نباتية .

٣ — تميز النفط بخاصية النشاط الضوئي التي تكاد تنفرد بها المواد العضوية .

ليس هنالك تأكيد قاطع على نوع الكائنات العضوية التي كونت النفط ، إذ أن التغييرات العديدة التي تتعرض لها هذه الكائنات من وقت موتها حتى تحولها إلى نفط كفيلة بأن تمحو كل الآثار الدالة للتعرف عليها ، ولكن التفكير المنطقي وكثير من الشواهد تدل على أن المواد العضوية المترسبة مع الطين هي المصدر الذي نشأ منه النفط ، لذلك يوجد عدد من المعايير التي يجب أن تطبق لتقييم صخور المصدر من حيث إمكان وجود النفط ونوعيته ، ومن هذه المعايير مايلي : -

١- أن يكون صخر المصدر غنياً بالمواد العضوية ، ويعد الحد الأدنى للكربون العضوي في صخرة المصدر ٠,٥ ٪ بالنسبة للصخور الفتاتية و ٠,٤ ٪ للصخور الجيرية .

٢- نوع المواد العضوية الموجودة في صخر المصدر إذ أن إختلافها سواء أكانت نباتية أم حيوانية تتحكم فى نوعية النفط .

٣- مستوى توليد ونضج الهيدروكربونات .

٤- كفاءة طرد الهيدروكربونات المولدة والناضجة .

وتعد صخور الطين الصفحي ذات أهمية كبيرة فى تكوين صخور المصدر لأن قابليتها لإنفاذ السوائل النفطية قليلة ولذلك فهي تحفظ هذه السوائل من الأكسدة ، أما الصخورالرملية والجيرية فقد تكون صخور مصدر للنفط بجانب



● شكل (١) العوامل الهامة لتجمع النفط والغاز(Magara, 1986) .

كونها أهم مكامن له .

توجد صخور المصدر التي تحتوي مادة عضوية كافية لتوليد النفط في بيئة ترسيبية مختزلة تساعد على تفسخ وتحلل المواد العضوية ، ولكن بجانب ذلك فإن إكمال عملية تحول المادة العضوية إلى نفط تحتاج إلى وجود عدة عوامل مثل الحرارة والضغط العاليين ، تأثير البكتيريا ، الأكسدة الجزئية ، تأثير النشاط الإشعاعي بجانب تأثير بعض التفاعلات بالحفز حيث تعمل بعض المحفزات (Catalysts) مثل مركبات الفناديوم والنيكل على تنشيط التفاعلات التي تحدث عند درجات حرارة منخفضة .

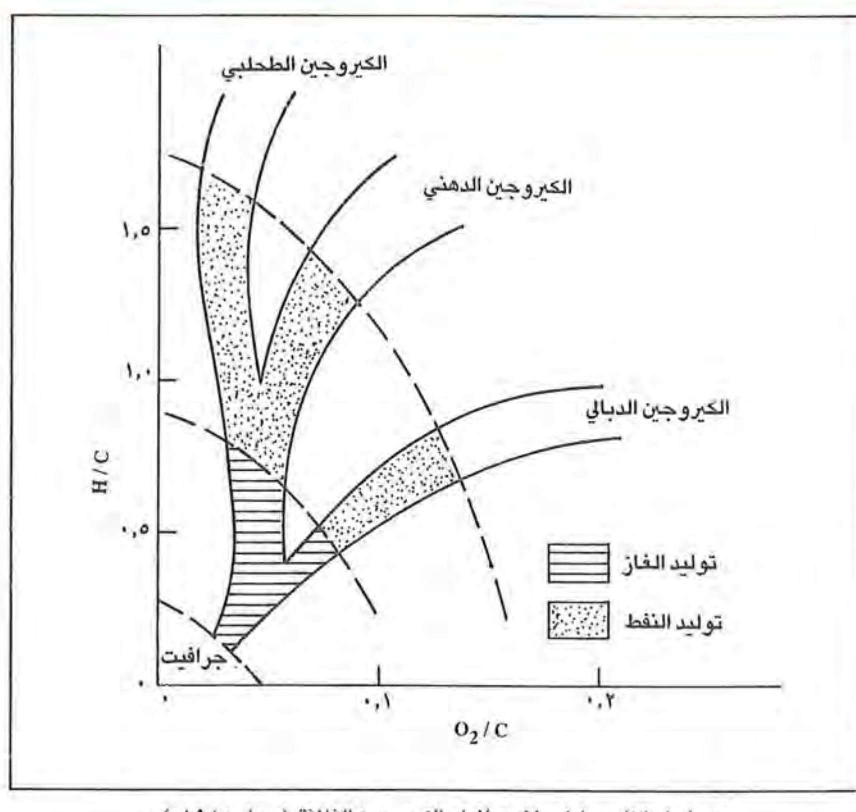
● تأثير الطمر على المادة العضوية

تتعرض المواد المترسبة في حوض رسوبي إلى ازدياد في الحرارة والضغط بازدياد عمق الطمر مع الزمن ، وقد تم التعرف على المراحل الرئيسة التى تمر بها المادة العضوية إستجابة لتأثير الطمر وذلك كما يلي :ـ

١ـ مرحلة النشأة البينتكوينية (Diagenesis) : وتبدأ في عمق تحت سطحي ضحل عند درجة حرارة وضغط عاديين ، وتشتمل على تحلل للمواد العضوية بفعل البكتيريا يترتب عليه إطلاق غازي الميثان وثاني أكسيد الكربون وتبقى فضلات هيدروكربونية معقدة أطلق عليها اسم الكيروجين ، وتكون المحصلة الرئيسة لهذا الطور نقص في أكسجين المادة العضوية مع نسبة ثابتة للهيدروجين إلى الكربون .

٢ـ مرحلة النشأة الوسيطة (Catagenesis) : وتحدث في عمق أكبر من سابقه بإستمرار الطمر وإزدياد درجة الحرارة والضغط ، وعندها يتحرر النفط من الكيروجين أولاً ، ثم يعقبه الغاز ، وتنخفض نسبة الهيدروجين إلى الكربون مع تغير طفيف في نسبة الأكسجين إلى الكربون .

٣ـ مرحلة النشأة التحويلية (Metagenesis) : وتحدث عند درجة حرارة وضغط عاليين



● شكل (٢) مسارات نضج أنواع الكيروجين الثلاثة (سيلي ١٩٨٥م) .

ينشأ عنهما تحول بطرد آخر نواتج الهيدروكربونات التي غالباً ماتكون في شكل غاز الميثان ، وفيها تنخفض نسبة الهيدروجين إلى الكربون حتى يبقى الكربون فقط على هيئة جرافيت .

● الكيروجين

يطلق اسم الكيروجين على مادة هيدوركربونية صلبة توجد متناثرة في الكثير من أنواع الطين الصفحي (صخور المصدر) ولاتذوب في مذيبات النفط العادية ، لذا فإن هذه الخاصية تميزها عن القار (Bitumen) ، ويتكون الكيروجين كيميائياً من الكربون ، الهيدروجين ، الأكسجين مع كميات ضئيلة من النيتروجين والكبريت . وهناك ثلاثة أنواع من الكيروجين هي :ـ

* **النوع الأول (Type I) :** وهو طحلبي (Algal) ينتج عنه تكوين النفط .

* **النوع الثاني (Type II) :** وهو شحمي (Lipitinic) ينتج عنه خليط من النفط والغاز .

* **النوع الثالث (Type III) :** وهو دبالي (Humic) ينتج عنه تكوين الغاز .

يعتمد نضج الكيروجين أساساً على درجة الحرارة ولمدى أقل على الزمن ، فعند درجات حرارة تتراوح مابين ٦٠ إلى ١٢٠°م يتولد عنه نفط ، أما الغاز فيتولد عند درجات حرارة تتراوح مابين ١٢٠ إلى ٢٢٥°م ، لذا نجد أن الكيروجين يصل مرحلة النضج عند طور النشأة الوسيطة . أما في مرحلة ما بعد النضج فإن النفط والغاز ينعدمان . ويوضح شكل (٢) المسارات الثلاثة لنضج الكيروجين .

هجرة النفط

تشير كثير من الشواهد بأن النفط والغاز لم يتكونا في الصخور التي وجدا فيها ، لذا يجب أن يكونا قد هاجرا إلى هذه الصخور من مكان آخر ، ومن الشواهد التي تدل على هجرة النفط والغاز ما يلي :ـ

١ ـ تميز صخور المكمن بالمسامية والنفاذية التي لا تلائم حفظ المادة العضوية التي يتكون منها النفط إذ أن هذه المادة يمكن أن تتلف بفعل الأكسدة (تعرضها للهواء) الناتجة عن نفاذية صخور المكمن ، ولذا لابد من طمرها بطبقات سميكة من الرسوبيات الناعمة وحفظها من الأكسدة ، وعليه فإن النفط المتولد عن هذه المواد لابد أن يكون قد هاجر من بيئة مختزلة (بيئة صخور المصدر) إلى صخور المكمن .

٢ـ وجود الرشوحات النفطية يؤكد حركة النفط من أماكن عميقة إلى سطح الأرض.

٣ـ وجود النفط في بعض الحالات النادرة في صخور القاعدة المركبة والصخورالنارية والمتحولة ، إذ أنه من المستحيل أن يكون النفط قد تكَّون محلياً في هذه الصخور لعدم تواجد كائنات عضوية بها .

٤ـ تواجد النفط والغاز في الطبقات العليا للمصائد التركيبية أو الطبقية وهذا دليل آخر على الهجرة الرأسية والجانبية .

٥ـ تواجد النفط والغاز والماء في صخور المكمن المسامية والمنفذة في ترتيب طبقي (Stratified) تحكمه فروقات الثقل النوعي لهذه المواد (غاز ، نفط ثم ماء في الأسفل) يدل على أن هذه المواد كانت ولازالت تتمتع بحرية الحركة التي تمكنها من الهجرة رأسياً وجانبياً .

أنـــوع الهجـــرة

تم التمييز بين نوعين رئيسين من الهجرة هما ، الهجرة الأولية والهجرة الثانوية ، تعرف الهجرة الأولية بأنها حركة الهيدروكربونات من صخور المصدر إلى صخور المكمن ، أما الهجرة الثانوية فهي هجرته مرة ثانية خلال صخور المكمن .

● الهجـرة الأوليـــة

تلعب عدة عوامل دوراً رئيساً في الهجرة الأولية للنفط من بينها عوامل الضغط ، تأثير الخاصية الشعرية (Capillarity) التيارات المائية (على اختلاف مصادر الماء) تغير حجم المسام ، إضافة إلى أنواع الغازات وأحجامها ، وبناء على ذلك فقد اقترحت عدة نظريات للهجرة الأولية للنفط ، وقد صنَّف سيلي(Selley) عام ١٩٨٥م تلك النظريات كما يلي :ـ

أولاً : الهجرة في هيئة نفط أولي

تشكل خاصية عدم ذوبان الهيدروكربونات في الماء إحدى المشاكل المعقدة في فهم الهجرة الأولية للنفط ، لذا رُجح أن تكون الهجرة الأولية للنفط قد تمت قبل أن تنضج هذه الهيدروكربونات لتعطي نفطا خاماً ، وهذا يعني أن هجرتها تمت عند طور إنتقالي على هيئة نفط أولي (Proto Oil) يتكون من مركبات قابلة للذوبان في الماء وتشمل الكيتونات (Ketones) الأحماض (Acids) والإسترات (Esters) .

الجدير بالذكر أنه من الصعب قبول الكيفية التي هاجرت بها هذه المركبات إلى صخور المكمن ثم انفصلت عن الماء عند وصولها إلى هناك. ذلك لأن هذه المركبات تمتلك خاصية الإمتزاز (Adsorption) بأسطح معادن الصلصال مما يؤدي إلى صعوبة إنفكاكها عنه وطردها من صخور المصدر ثم هجرتها .

وإذا سلمنا جدلاً أن هذه المركبات يمكن أن تهاجر في هيئتها هذه إلى صخور المكمن ، فإنه يصعب تخيل الطريقة التي تتطور بها لتعطى نفطاً خاماً غير قابل للامتزاج (Immecible) في الماء .

ثانياً : الهجرة في هيئة محلول مائي

من الطرق التي تتبادر للذهن والتي تستحق الاهتمام هجرة الهيدروكربونات من صخور المصدر بعد أن اكتمل نضجها على شكل نفط خام وهي ذائبة في الماء ، ورغم أن قابلية ذوبان الهيدروكربونات تكاد تكون معدومة على سطح الأرض ، إلا أن هناك عددا من النظريات تفترض أن إرتفاع درجات الحرارة ووجود المسيلات (Micelles) قد تجعل ذوبانها فى الماء ممكناً ، ومن تلك النظريات ما يلي :ـ

* **نظرية النفط الحار** : دلت التجارب علي أن قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء لاتصبح ذات مغزى إلا عند درجة حرارة ١٥٠ْم . وأن الدرجة المثلى لتوليد النفط هي ١٢٠ْم ، غير أن المعلومات المستقاة من التجارب أوضحت أن قابلية ذوبان النفط في الماء عند درجة حرارة ١٥٠ْم تتراوح مابين ١٠ إلى ٢٠ جزء في المليون . وهي نسبة ذوبان قليلة جداً لتفسير الهجرة على هذا الشكل .

من جانب آخر أشارت تجارب أخرى إلى تزايد نسبة ذوبان الهيدروكربونات في الماء مع تناقص أعداد الكربون وذلك بالنسبة للبرافينات والسلسلة العطرية ، حيث تكون المركبات الغازية (عدد ذرات كربون أقل) مثل غازات البرافين ذات نسبة ذوبان في الماء أعلى بكثير (عدة آلاف مليجرام /لتر) مقارنة بالهيدروكربونات السائلة والصلبة التى لا تذوب .

وعليه تقترح نظرية النفط الحار أن النفط قد هاجر في هيئة غازية إلى صخور المكمن وذاب في ماء المسام . غير إن هذا الإفتراض لايقدم تفسيراً متكاملاً لهجرة النفط إذ أن أجزاء كبيرة من مكونات النفط مثل الكينات لا تذوب في الماء .

الجدير بالذكر أنه رغم ذلك تبنى الكثيرون نظرية هجرة النفط وهوذائب في الماء على إفتراض أن قابلة الذوبان تزداد إزدياداً ملحوظاً في حالة الهيدروكربونات

المتعرضة للضغط في ماء مالح وكذلك في حالة وجود الغازات .

* **نظرية المسيلات :** الطريقة الأخرى التي تؤدى إلى زيادة قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء هي وجود المسيلات (Micelles) . وهي أحماض عضوية صابونية غروية (Colloidal) ، أحد طرفي جزيئاتها غير قابل للذوبان في الماء (hydrophobic) ، والآخر يذوب فيه (hydrophilic) ، وعليه يكون لوجودها تأثيراً فاعلاً في زيادة قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء ، ويتمثل الاعتراض الرئيس على هذه النظرية في ضرورة وجود نسبة كبيرة من المسيلات في الهيدروكربونات ، الأمر الذي يختلف عن الواقع إذ أنها توجد بنسبة ضئيلة جداً . زد على ذلك أن حجم جزيئات المسيلات أكبر من قطر فتحات مسامات صخور المصدر الطينية .

* **نظرية الغازات :** اهتمت هذه النظرية بالدور الذي يمكن أن تلعبه الغازات حيث أن لها دوران أساسيان هما :-

* قد تكون الغازات عوامل محفزة أو تلعب دور الوسط الناقل للهيدروكربونات ، ومن ذلك مثلا أن يكون لغاز غاز ثاني أكسيد الكربون تأثيراً مباشراً بإتحاده مع أيونات الكالسيوم مؤدياً إلى ترسيب كربونات الكالسيوم التي تسبب سمنتة كلسية (Calcite Cement) تؤدي بدورها إلى إنخفاض حجم المسام مسببة ارتفاع ضغطها إرتفاعاً ملحوظاً مما يساعد على خروج وطرد النفط منها ، إضافة لذلك فإن وجود غاز ثاني أكسيد الكربون يساعد على خفض لزوجة النفط ، وهذا بالطبع يزيد حركته وهجرته .

* تحمل غازات الهيدروكربونات في الآبار العميقة النفط في محلول غازي سرعان ما يتكثف إلى نفط بانخفاض الضغط ودرجات الحرارة وذلك أثناء صعود هذه الغازات نحو سطح الأرض ، لذا فإنه من الممكن أن يكون النفط قد هاجر بهذه الطريقة من صخور المصدر ، وعليه يمكن أن تقدم هذه الآلية (Mechanism) تفسيراً مقبولاً للهجرة الثانوية للمكثفات خلال صخور المكمن ولكنها لاتقدم تفسيراً مقبولاً للهجرة الأولية للنفط الخام .

ثالثاً : الهجرة في هيئة نفط طليق

أشارت هذه النظرية إلى أن النفط لم يهاجر من صخور المصدر في أي من المحاليل المذكورة سابقا ، ولكن بدلاً عن ذلك تمت هجرته على هيئة نفطية منفصلة (Discrete Oil Phase) ، وفي هذه الحالة فإن هجرة النفط قد تكون إما في هيئة جزيئات كروية في الماء (Globules of Oil) وإما في هيئة متصلة ثلاثية الأبعاد . وقد أوضحت العمليات الحسابية إستبعاد هجرة النفط في هيئة جزيئات كروية وذلك لأن قطر هذه الجزيئات أكبر من قطر فتحات مسام صخر المصدر ، لذا يصعب جداً على مثل هذه الجزيئات الكروية أن تخرج من خلال فتحة مسام صخور المصدر سواء عن طريق التعويمية (عدم الامتزاجية) أو عن طريق تدفق الماء . عليه يبقى الإحتمال الوحيد لهجرة النفط تبعاً لمفهوم هذه النظرية هو هجرته في هيئة متصلة ثلاثية الأبعاد ، وفي هذه الحالة فإن صخور المصدر عندما تكون غنية بالمواد العضوية فإنها تكون مبللة بالنفط (Oil -Wet) بدلاً أن تكون مبللة بالماء (Water wet) ، ويساعد مثل هذا الوضع في هجرة النفط على حالة متصلة ثلاثية الأبعاد بدلاً من هجرته في هيئة جزيئات كروية .

أطلق على هذا النظرية اسم الفتيلة الشمعية (Greasy Wick) قياساً على تحرك الشمع الذائب خلال خيط الفتيلة الشمعية ، ومن الواضح أن مثل هذه الآلية مناسبة عندما تكون صخور المصدر غنية جداً بالمواد العضوية .

[قُحت حديثاً نظرية هجرة الهيدروكربونات الأولية عن طريق الإنتشار على طول شبكة الكيروجين ، إذ أن تكوين شبكة من الشقوق الرفيعة يهىء الفرصة إلى إنصهار جزيئات كبيرة من الكيروجين التي كانت موجودة من قبل مكونة بذلك جدائل رقيقة . تمثل شبكة خيوط الكيروجين هذه حالات منفصلة لجدائل متصلة من الكيروجين ، وعندما تصبح الشبكة كلها متصلة وثلاثية الأبعاد فإن النفط أو الغاز أو محلول كل منهما في الآخر سيهاجر عن طريق الإنتشار على طول هذه الشبكة في إتجاه ميل الضغط .

خاتمة

يمثل فهم الهجرة الأولية للنفط إحدى المشاكل في علم جيولوجيا النفط . إذ لم تقدم أي من النظريات المقترحة الأدلة الدامغة والمقنعة لتحوز على رضاء الباحثين في حقل النفط . كما أنه من الصعب حقاً أن نرفض أي من هذه النظريات لكل الظروف ، إضافة لذلك فإنه من غير المحتمل أن تقدم آلية هجرة النفط في هيئة ثلاثية منفصلة تفسيراً معقولاً لكل الحالات نسبة لمجموعة من المتغيرات من بينها : عدم تشابه صخور المصدر ، حالة الضغط والحرارة في مرحلة التوليد ، تيسر وجود كل من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون و الغازات غير المصاحبة بجانب ذلك تبرز مشكلة معرفة الوقت الذي بدأت فيه الهجرة .

يناصر بعض الباحثين طرد وهجرة النفط في محلول مائي ، وأن دفق الماء من الصلصال المحكم والمدمج يلعب دوراً مناسباً في الهجرة الأولية ، بينما يرى آخرون أن نظرية الانتشار على طول خيوط شبكة الكيروجين هي أكثر النظريات إقناعاً وذلك لعدم اعتمادها على محلول . حقاً أن موضوع الهجرة الأولية شائك ومعقد لذا نرجو من الله أن تؤتي الأبحاث النشطة في هذا المجال أكلها ويماط اللثام عن كل الغموض الذي يكتنفه .

مكامن ومصائد ومحابس النفط

د . عبد العاطي أحمد الصادق

من المحتمل أن يتواجد النفط بكميات هائلة في منطقة ما ولكن من الصعب الوصول إليه والإستفادة منه بطرق عملية واقتصادية ، وذلك راجع لعدة عوامل أكثرها تأثيراً افتقار مثل هذه الأمكنة إلى تكوين صخري يتمتع بخاصيتي المسامية والنفاذية الضروريتين للسماح للنفط بالإنسياب فيها وسهولة إنتاجه بكميات إقتصادية.

ولمنع هجرة النفط من مكمنه رأسياً أو جانبياً يجب أن تُحاط الطبقات الحاملة له بطبقات صماء (غير مسامية) تسمى المحابس ، ويطلق على مكامن النفط المحبوسة مصائد بترولية.

المكامن

تعد الصخور التي لها من المسامية والنفاذية ما يسمح بانسياب النفط وتجمعه فيها مكمناً بترولياً . وللتعرف على طبيعة صخور المكمن يمكن وصف المسامية والنفاذية على النحو التالي :-

١ـ المسامية : هي مقياس ما تحتويه وحدة صخرية من مسام ، تتراوح فتحات المسام من فتحات تحت شعرية إلى فتحات شعرية الحجم وفجوات المحاليل في الصخور الجيرية ، ولقياس المسامية يلزم معرفة حجم المسام وحجم الصخر الكلي ، وتحسب بالمعادلة التالية :

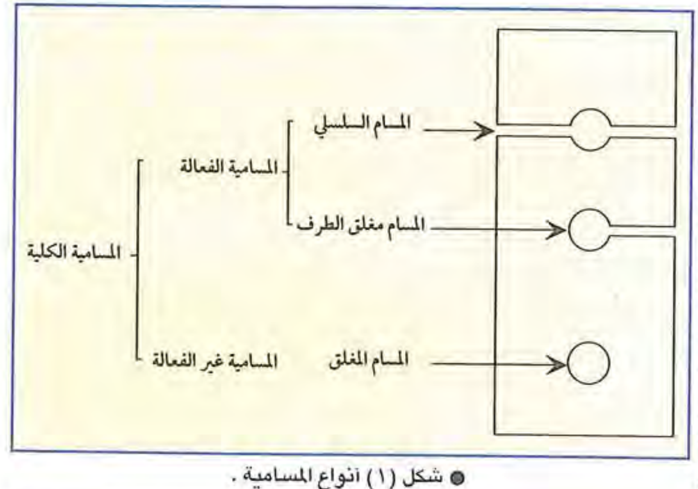
$$\text{المسامية الكلية}(\%) = \frac{\text{حجم المسام}}{\text{حجم الصخر الكلي}} \times 100$$

تنقسم المسام ، شكل (١) ، إلى ثلاثة أنواع على أساس أشكالها وذلك كما يلي :-

- **المسام السلسلية :** وهي المسام التي تتصل بعضها مع بعض بأكثر من ممر قنوي.
- **المسام مسدودة الطرف :** وهي المسام التي تتميز بممر قنوي واحد يصلها بمسام آخر .
- **المسام المغلقة :** وهي المسام التي لاتتصل مع مسامات أخرى.

تُكوِّن المسام السلسلية والمسام مسدودة الطرف المسامية الفعالة للصخور والتي يمكن تعريفها بأنها النسبة المئوية من المسام المتصل ببعضه لوحدة صخرية إلى حجمها الخارجي الكلي ، وتقل المسامية الفعالة عن المسامية الكلية بنسبة تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠٪ ، وهي التي تسمح بتحرك النفط خلال الصخور وهجرته وتجمعه وإنتاجه من مكامنه ، وتعد الصخور الرملية والصخور الجيرية ذات مسامية فعالة عالية حيث تصلح لأن تكون صخوراً مكمنية . أما صخور حجر الخفاف فمع تمتعها بمسامية كلية عالية إلا أن مساميتها الفعالة منخفضة أو معدومة تماماً لأنها من النوع المغلق ، وعليه فإن هذه الصخور لا تصلح أن تكون مكمناً ، ومن الممكن أن تتشبع المسامات المغلقة بالنفط ولكن يصعب استخراج النفط منها .

تقسم المسامية بشكل عام إلى نوعين رئيسين على أساس وقت تكوينها هما: **المسامية الأولية** ، وهي التي تكونت مع ترسيب الصخر الرسوبي ، **والمسامية الثانوية** وهي التي يكتسبها الصخر بعد تكوينه وتنشأ بفعل الإذابة ، إعادة التبلر والتدلمت أو بسبب التكسير المصاحب للحركات البنائية مثل الطي والتصدع ، وتكتسب المسامية الثانوية أهمية ليس لكونها تسببت في زيادة سعة الخزن في المكمن فحسب بل لأنها تزيد قيمة النفاذية بشكل ملحوظ . ولا يقتصر إكتساب المسامية الثانوية على الصخور الرملية والجيرية بل قد يشمل الصخور الصماء مثل الطينية والنارية والمتحولة .



● شكل (١) أنواع المسامية .

تتأثر المسامية بعدة عوامل منها حجم وشكل وتكور وإستدارة الحبيبات وفرزها وطريقة ترسيب وترابط الرواسب فيها ، وأيضاً كيفية إحكام أو دمج الحبيبات أثناء وبعد الترسيب .

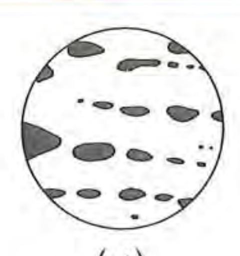
تقاس المسامية بطريقتين رئيستين : الأولى طريقة مباشرة عن طريق ملاحظة وقياس أشكال وأحجام المسام في العينات الأسطوانية أو اللبية وأحياناً من خلال العينات المجروشة ، والثانية غير مباشرة عن طريق سجلات الآبار خاصة السجل الكهربائي وسجل النشاط الإشعاعي ، أو عن طريق المعلومات السيزمية .

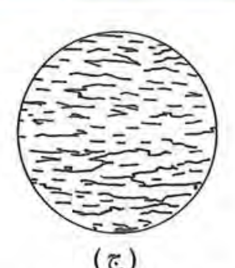
تقسم صخور المكمن حسب مساميتها الفعالة إلى مايلي :-

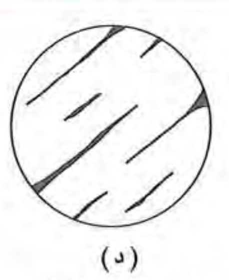
* **عالية السعة :** تزيد مساميتها الفعالة عن ١٥٪ .

* **متوسطة السعة :** تتراوح مساميتها الفعالة بين ٥٪ إلى ١٥٪ .


(أ)
رمل غير مسمنت وخالي
من رواسب أرضية


(ب)
حويصلية ذات فجوات
متناثرة ومتباعدة تعكس
مسامية عالية ، ونفاذية
منخفضة


(ج)
حجر طين يظهر مسامية
متوسطة ونفاذية
منخفضة


(د)
حجر جير مشقق ذو
مسامية ونفاذية معتدلة

● شكل (٢) العلاقة بين المسامية الفعالة والنفاذية في أنواع مختلفة من الصخور.

* قليلة السعة : مساميتها الفعالة أقل من ٥٪ وليس لها قيمة مكمنية تجارية إذا لم ترتفع مساميتها لاحقاً .

٢ــ النفاذية :لا تكفي المسامية وحدها لتأهيل الصخر لأن يكون مكمنياً ولكن يجب أن تكون المسام متصلة أي منفذة ، وتُعَّرف نفاذية الصخور بمقدرة النفط أو الغاز على الحركة أو التدفق داخل الصخر المسامي. ويوضح شكل (٢) العلاقة بين المسامية الفعالة والنفاذية .

يقاس مدى نفاذية الصخر بحساب معامل النفادية وذلك بموجب قانون دارسي (Darcy) الذي يأخذ في الحسبان العامل الزمني ، مساحة القطاع العرضي للصخر ، طوله ، فرق الضغط بين الغلاف الجوي والغلاف الأرضي ، لزوجة السائل . يعبر عن معامل النفاذية بوحدة دارسي ، فمثلاً إذا كان معامل النفاذية لرمل ما يساوي دارسي واحد فهذا يعني أن هذا الرمل يعطي واحد سم٣ من تدفق الماء المحتوى عليه وبلزوجة واحد سنتي بويز في الثانية وتحت ضغط واحد جوي لكل واحد سم٢ لقطاع عرضي طوله واحد سم .

هناك عدة عوامل تتحكم في نفاذية الصخر منها أبعاد الفراغات ، أبعاد الممرات بين الفراغات ، قوة الجاذبية الشعرية بين الصخر والسائل المتدفق ، لزوجة السائل ، معدل الضغط. وتقسم الصخور حسب معامل نفاذيتها وذلك وفقاً لجدول (١) .

صخــــور المكمــن

تتمتع معظم الصخور الرسوبية عند ترسيبها بمسامية ونفاذية عاليتين ولكن يمكن للمسامية والنفاذية أن تقل بسبب عملية الدمج والإحكام ، فالنسيج الصخري مثل حجم وشكل الحبيبات ، وكيفية تعبئة هذه الحبيبات يمكن أن يؤهلا كثيراً من الصخور الرسوبية لتصبح صخوراً مكمنية . لذا يمكننا القول أن كثيراً من الصخور الرسوبية مثل صخور الطفال ، الغرين ، الصوان والصخور المصمتة لا تصلح أن تكون صخوراً مكمنية إلا إذا تعرضت لاحقا إلى عوامل بعد ترسيبية تكسبها المسامية الثانوية ، ومن أهم صخور المكامن الصخور الفتاتية خشنة الحبيبات ، الصخور الرملية ، صخر الرمل الخشن (Grit) والصخر المدملك (Conglomerate) ، والصخور الجيرية المتحببة أو المتبلرة ، وتقسم الصخور المكمنية حسب نشأتها إلى ثلاث مجموعات هي : ــ

* **صخور مكمنية فتاتية** : صخور رسوبية ذات نشأة ميكانيكية تكونت من فتات أو حطام صخور أخرى بفعل عملية التجوية ثم نُقلت إلى حوض الترسيب ، وتتميز هذه الصخور بصفات مختلفة نتيجة لعوامل متعددة مثل طبيعة الصخور التى تكونت منها ، المسافة التى تقطعها الحبيبات أو الجسيمات من المنشأ وحتى حوض الترسيب ، ومن أكثر صخور هذه المجموعة شيوعاً صخر الحجر الرملى ، والصخر المدملك والإركواز والجريواك.

والجدير بالذكر أن معظم هذه الصخور سيليكاتية (Silicates) ولكن هناك صخور فتاتية جيرية مثل الحجر الجيرى السرئى (Oolites) والصخور الجيرية القشرية ، الكوكينا (Coquinas) ،الطباشير ، المرجان .

* **صخور مكمنية جيرية** : رواسب ذات نشأة محلية ومتكونة داخل أحواض الترسيب نتيجة لعمليات كيميائية أو كيميائية حيوية مثل الحجر الجيرى والدولوميت .

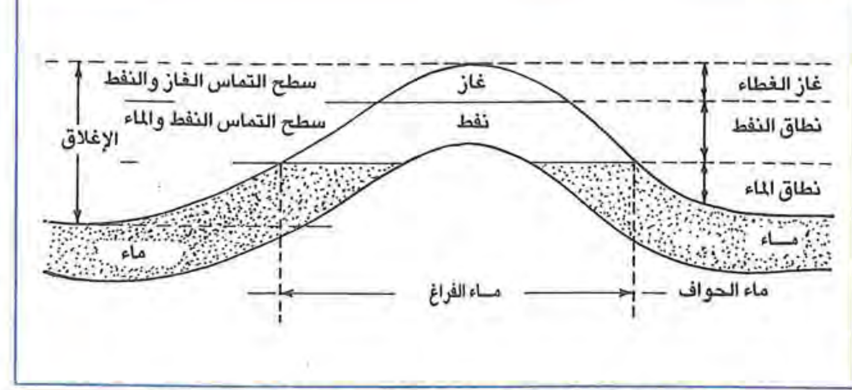
* **صخور مكمنية متنوعة** : مجموعة من مختلف أنواع الصخور المصمتة النارية والمتحولة ، وقد تكتسب هذه الصخور صفات صخور المكمن بفعل الحركات البنائية التى تسببت فى تشققها ومن ثم اكتسابها مسامية ثانوية تسمح بهجرة النفط إليها من صخور رسوبية مجاورة. ويمثل هذا النوع من المكامن حالات نادرة ومحدودة فى توزيعها الجغرافي وشحيحة فى مردودها الاقتصادى .

مصائـد النفــط

المصيدة هي أي نسق هندسي للطبقات يسمح للنفط أو الغاز أو كليهما بالتجمع فيه بكميات اقتصادية ، وهي تقوم بدور مزدوج وذلك بسماحها للنفط أو الغاز بالدخول فيها وفى ذات الوقت منعهما من الهروب منها ، أما إذا نظرنا للنفط والغاز بأنهما سائلان مهاجران فتكون مهمة المصيدة فى هذه الحالة

نوع صخور المكمن	معامل النفاذية (دارسي)
ممتازة	أكثر من ١
جيدة	١ ـ ٠,١
متوسطة	٠,١ ـ ٠,٠١
قليلة	٠,٠١ ـ ٠,٠٠١
مهملة	أقل من ٠,٠٠١

● جدول (١) تصنيف الصخور حسب معامل النفاذية .



● شكل (٣) قطاع عرضي لطية محدبة لتوضيح أجزاء المصيدة ومسمياتها .

قطع هجرتهما ومنع استمراريتها .

هنـــاك أشكـــال شتى للنســق الطبقي الهندسي الذي يقوم بمهمــة الاصطياد ، وكلها تتميــز بســمة رئيـسة هى وجــــود صخـر مسـامي مغطى بصخـور غيـر منفـذة (Impermeable) تســمى صخـور السقف أو المحابس .

يعـد الماء عـاملاً فعـالاً فى تـوجيـه النفط والغاز إلى المصيدة لوجوده في معظم المصائد . كما أن للماء دور فعـال آخـر يتمثل فى إزاحـة النفط والغـاز أثناء استنـزاف التجمع النفطي فى المصيدة بـوساطة الإنتاج ، وهـذا يعني أنه بجانب قيام المصيـدة بإصطياد النفط والغاز فإنه يتحتم عليهـا كذلك أن تكـون قادرة على طــرد الماء إلى الأعماق ، ويتضـح من ذلك أن المصائد ليسـت مُتلق سالب للسـوائل في حيز فارغ ولكنها بؤر تبادل نشط للسوائل .

تستعمل عـدة مصطلحات لوصـف أبعاد المصيـدة البنائيـة المحدبة ، شكل (٣) منهـا الهامة (Crest) وهى أعلى نقطـة فى المصيدة ، نقطـة الصب (Spill Point) وهى أدنى نقطـة يتواجـد فيها النفط فى المصيـدة وتقع على خط متسـاوي الصب الـذى يســـمى مستـوى الصـــب (Spill Plane) . والإغـلاق وهـــو المسافة بين الهامة ومستوى الصب .

يطلـــق مصطلـــح منطقـــة العطـــاء (Payzone) علـى الجزء المنتج مـن المكمن ، أما المسافة العموديـة من هامة المصيدة إلى سطح التماس الـزيت بـالماء فتمثل العطـاء الإجمالي للمكمن ، وتختلف سماكـــة نطـــاق العطـــاء الإجمالي تبعاً لتركيب المصيدة حيث تتراوح ما بين متر إلى مترين فى ولاية تكساس بـالولايات المتحدة الأمـريكيه . إلى مئـات الأمتار فى بحـر الشمال والشرق الأوســـط . ليـــس مـــن الضروري أن يكون كل نطاق العطاء الإجمالي منتجـاً لـذا وجب التمييـز بينـه وبين العطـاء الصافي الـذي يمثل السمك العمودي التراكمي للمكمن المنتج للنفط ، وعنـد تطوير مكمـن ما يجب تحديـد نسبــة المنتج الإجمالي إلى المنتج الصافي عبر الحقل .

من الممكن أن تحتـوي المصيدة على النفط أو الغاز أو كليهما ، ويمثل سطح تماس النفط والماء (Oil Water Contact - OWC) أعمق مستوى لإنتاج النفط بينما يمثل سطح تماس الغاز والنفط(Gas Oil Contact - GOC) الحد الأدنى لإنتـاج الغـــاز ، ويتحتم على مهنـدسي الإستكشاف تحديد هذين السطحين بدقة قبل البدء فى حساب إحتياطي النفط أو الغاز للمكمن.

مـرت عـــدة محاولات لتقسيم المصـائد ، ولــكن يعــد تقســـيم ســـيلي (Selley) ، شكل (٤) ، من أحـدثهــا كما أنـه يستـوعب معظم أنـواع المصائد الشـائعة المحتـوية على نفط أو غـــاز بكميـات اقتصـاديـــة ، ويمكن استعراض الأنواع التى وردت فى هذا التقسيم على النحو التالي : ـ

أولاً : المصائد التركيبية

تتخذ المصائد التركيبية أشكالها الهندسية نتيجة تغيرات تكتونية بعـد رسوبية لصخور المكمن ، وتنقسـم إلى قسمين هما : ـ

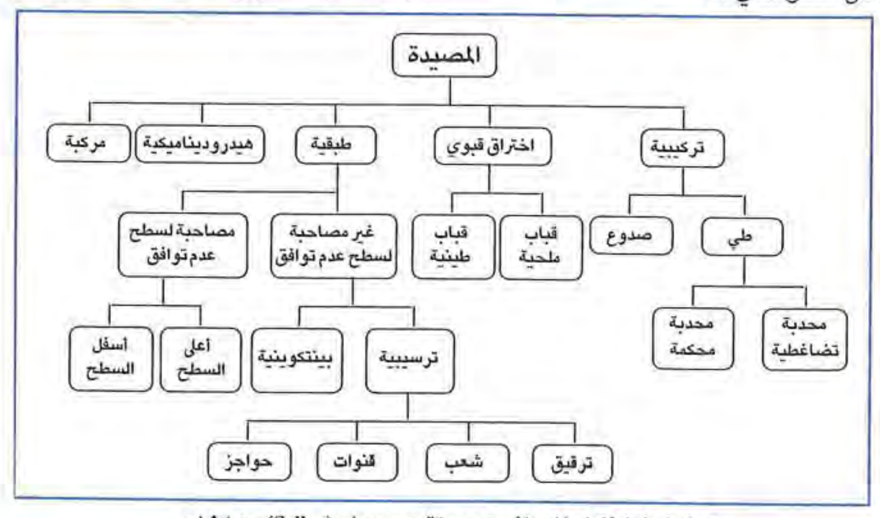
١ـ مصائد الطي

هناك نـوعان أساســان من مصائد الطي هما المصائد المحـدبة التضـاغطية والمصـائد المحدبة المحكمة .

(أ) مصائد الطـي المحدبـة التضاغطيـة : وهـــي أكثـر أنـــواع المصائــد شيوعـــاً وتتواجـــد فـــي أو بالقـــرب مـــن نطـــق الإندســـــاس (Subduction Zones) ، وهـى تتكـــون نتيجـــة للتقاصـــر القشـــــري (Crustal Shortening) الناتـــج مـن قـــوى تكتونيـة تضاغطيـة ، شكل (٣) ، وخير مثال على ذلك حقـول النفط فى جنوب غـرب إيران ، حيث يتـواجـد أكثـر من ١٦ حقل من حقـول النفط العمـلاقـة فى العـالم ، وتتـواجـد هـذه الحقول عنـد سفوح جبـال زاغروس بـالقرب من منطقة إنـدساس الصفيحة العـربية تحت الصفيحة الإيرانية.

ومن أمثلـة المصائد المحـدبة التضـاغطية كـذلك ، المصائد الموجـودة في الجـانب الغـربي من الخليج العربي حيـث يكمن النفط في طيات محدبـة عريضـة تتميـز جنباتهــا بانحـدار خفيف ، ومن هذه المصائد معظم حقول النفط شرقي الملكـة (الغوار , أبقيـق ، السفانيـة ، الخفجى) .

(ب) مصائد الطي المحـدبة المحكمة : وهي التـــى تكونـــت نتيجـــة استجابـــــة الطبقـات لشـد قشـرى (Crustal Tension) نتج عنـــه تكويـــن حـــوض رسوبـى بــه طيات محدبـــة فـــوق مستهضبـــات تكونـت



● شكل (٤) أنواع المصائد حسب تقسيم سيلي (Selley) ـ ١٩٨٥م .

في العمـق (Deep Seated Horsts) .

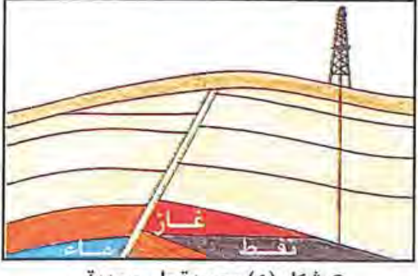
٢ـ مصائد الصدوع

يعـرف الصدع جيـولـوجيا بأنـه كسر في القشرة الأرضيـة تصـاحبـه حـركـة ، وينتج الصدع عـن حركات تكتـونية تـؤدي إلى شق الطبقات إلى كتلتين تـرتفع إحداهما وتنخفض الأخرى مؤديـة إلى تغيير في ترتيب الطبقات . فإذا تصـــادف أن إعترض النفط طبقــة غير مسـاميـة وغير منفذة فإنها تـوقف هجـرتـه وتصطـاده ، شكل (٥) ، لـذا تلعب الصـدوع دوراً هـاماً ومبـاشراً في اصطياد النفط . وقـد تلعب الصـدوع دوراً غير مبـاشر في اصطيـاد النفط وذلك بأن يشترك الصـدع مع ظـواهـر تركيبية أخـرى مثل الطي أو تغيير النفاذية في عملية الإصطياد .

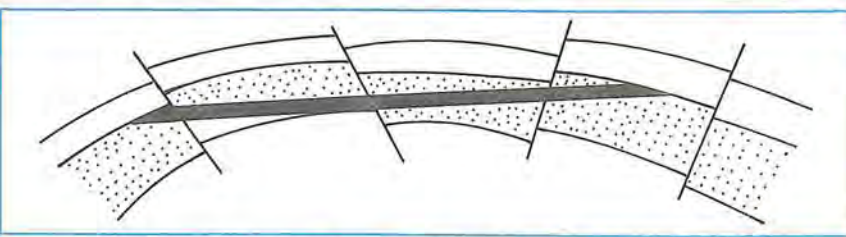
يوضح الشكل (٦) مصيـدة نفطية نتجت بفعل تركيبي مزدوج حيـث يظهر الشكل طية محدبـة متأثـرة ببعض الصـدوع ، فعنـدمـا يكـون السطح متصـــلاً ، فهـذا يـدل على أن الصـــدوع لعبت دوراً ثـانــويـاً في عمليـة الإصطياد وأن عنصر الإصطيـاد الرئيس هو الطي ، أما إذا كان سطح التماس الغاز والنفط غير متصل ، فإما أن يكون الصدع هو عنصر الإصطيـاد الرئيس وإمـا أن يكون النفط قـد أُصطيـد بفعل الطيـة المحـدبـة ولكنها تأثـرت لاحقـا بفعل التصـدع ممـا أدى إلى إنفصـال التجمعات النفطية بعضها عن بعض .

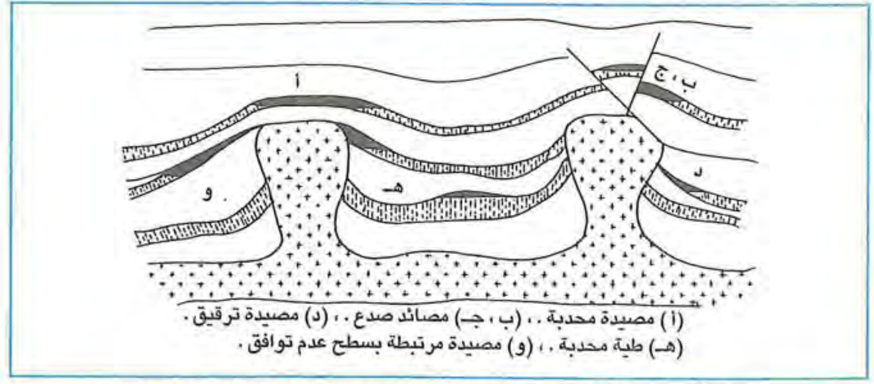
ثانيا : مصائـد الإخــتراق القبوي

تتكون هذه المصائد نتيجة تحرك كتل من الملح أو الطين إلى أعلى ، وبما أنـه يندر وجـود القبـاب الطينيـة فيمكن التركيـز على القبـاب الملحيـة ، وهي تتكـون نتيجـة للتفـاوت بين كثافتي الملح والطبقات الـرسوبية التي تعلوه ، فالملح أقل كثافة من الطبقـات الرسوبية لذلك يندفع إلى أعلى ويتسبب في تقبب الطبقات التي تعلوه . فـإذا وجد النفط في مثل هـذه الطبقات الرسوبية فإنه يتحرك نحو الجوانب الخارجية



● شكل (٥) مصيدة طي محدبة .


● شكل (٦) مصيدة طي تركيبية متاثرة بصدوع (عن السياب وعبد الحميد ١٩٧٩م) .



(أ) مصيدة محدبة . ، (ب ، جـ) مصائد صدع . ، (د) مصيدة ترقيق .
(هـ) طية محدبة . ، (و) مصيدة مرتبطة بسطح عدم توافق .

● شكل (٧) أنواع المصائد التي تصاحب القباب الملحية (سيلي ١٩٨٥م) .

للطبــقة الملحيــة وينحصـــر بين الطبقـات الـرسوبيـة من جهة والقبـة الملحية من جهـة أخرى ، يتسبب النمو غير المنتظم واللاإتجاهي للقبـاب الملحيـة في تكوين مصـائد متعـددة ، متتالية ومتنوعـة كما هو موضـح في شكل (٧) ، وخير مثـــال لهذا النـوع من المصـــائد حقل الدمام . ويعزى تكوين مصائد القباب الملحية إلى سببين هما :ـ

١ـ إنـدفاع غازات مصـاحبة لنشاط بـركاني نتج عنها تـرسيب الأملاح من المحـاليل المائية ثم إندفاع الكتل الملحيـة إلى أعلى مسببة القباب الملحية .

٢ـــ صعـود المحـاليل الملحيـة الحارة إلى أعلى خـلال نقط ضعيفـة في الطبقـات وانخفـاض درجة حرارتها تدريجيـا مسببة ترسيب الملح الـذي تزداد كميتـه وحجمه بسبب إستمـرار عمليات التبريـد والتبلر ممـا يؤدى إلى تـوغل واختراق القباب الملحية للطبقات التي تعلوها .

ثالثا : المصائد الطبقية

تكـونت هذه الأنـواع من المصائد نتيجـة تغيرات جـانبيـة في صخـــور المكمن أو عـدم إستمراريتها (تغير السحنة) ، وفي هذا النوع من المصائد يكون تماس الصخور المختلفة إما حاداً أو تـدريجيا ومتـوافقاً . ومن أكثـر أنواع تلك المصائـــد شيوعـاً ذلك الـــذي يـــؤدى التغير السحنى فيـه إلى إحاطـة صخـر مكمن منفـذ بـآخـر غير منفــذ ويكـون الســبب الأســاس في الإصطيـاد التغـير في النفاذيـــة، شكل (٨).

تقسم المصـائد الطبقيـة إلى مصـائد غير مصـاحبـــة لسطح عـدم تـــوافق ومصـائد مصاحبة لسطح عـدم توافق ، ويعرف سطح عدم التـوافق جيولوجيـا بأنه سطح التعـرية الذي يفصل بين الصخـور القـديمة والحديثة والناتج عن تـوقف الترسيب في فترة معينة من الزمن الجيولوجي .

١ـ المصائد غير المصاحبة لسطح عدم توافق

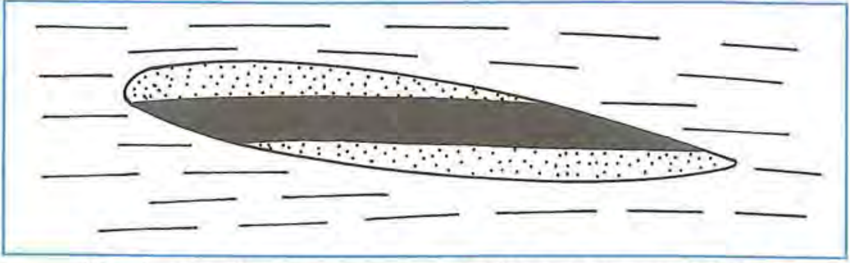
تقسم هذه المصائد إلى نوعين هما المصائد الترسيبيـة والمصـائد البينتكـوينيـة ويمكن التمييز بين هذين النوعين على النحو التالي :ـ

(أ) المصائد الترسيبية

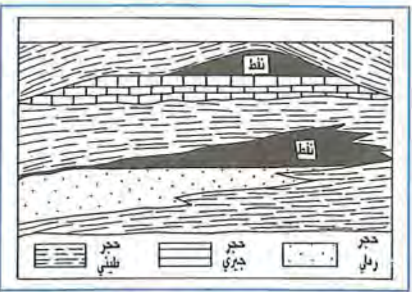
يوجد العديـد من المصائد الترسيبية منها ما يلي :ـ

* **مصـــائد الترقيق (Pinch-Out)** : يتسبب تضاؤل سمك قطـاع سميك من صخور ذات مسـاميـــة ونفاذيـــة في تلاشيـه ودمجـــه في صخـــر طينـى غير منفـــذ ، وينجم عـن ذلك اصطيـاد النفـــط في الجزء المسامــي والمنفـــذ من القطاع ، شكل (٩).

* **مصائد الشعب المرجانية (Reefs)** : وتعد نـوعـاً هـامـاً من مصـائد النفط حيث تحاط أحجار الجير المرجانية ذات المسامية والنفاذية بصخـور غير منفـذة . وهنـــاك أنـواع مـــن الشعـب المرجانيـــة منهـــا المستديـــرة (-Bio



● شكل (٨) مصيدة طبقية على هيئة تكوين رملي عدسي محاط بطفل صفحي غير منفذ . (عن السياب وعبد الحميد ١٩٧٩) .



● شكل (٩) مصائد طبقية (رسوبية ـ ترقيق ورسوبية ـ شعب مرجانية) .

herm) والمستطيلة التي يبلغ طـولها مئـات الأميـال وعرضهـا بضعـة أميال من أمثلتهـا حقل كركوك بشمال العراق .

* **مصائد القنوات** (Channels) : وهي عبارة عن وسط بيني لنقل الرمـال على شكل قنوات طويلـة وضعيفة وتتمتع بمساميـة منفذة يتم اصطياد النفط والغاز فيها .

* **مصائد الحواجز** (Barrier Bar traps) : وهي أجسـام رملية تتكـون من الـرمل أو من الزلط أو الحصى وتظهر غـالباً بشكل جزيرة في الشـاطىء . وتمثل الحواجز نـوعاً ممتـازاً من المكـامن لأن رمـالها نظيفـة وجيـدة التصنيف (Well-Sorted) ، وقـد تتـواجـد حـواجـز متكونـة من الـرمل مطـوقـة بطين صفحي بحـري أو طين صفحي من بحيرات شاطئية مكونة مصائد نفطية .

(ب) المصائد البينتكوينية

تلعب العمليات البينتكوينية دوراً فعالاً في ترقية صخور المكمن أو تـدميرها ، ومن أمثلة ذلك دور السـوائل في إذابـة صخـور المكمن لتكسبها مسـامية ثـانويـة ، من جانـب آخر تسبب المحـاليل الغنيـة بـالمعـادن في عملية السمنتة (Cmentation) التي تـؤدي إلى تدمير مسامية صخور الخزان .

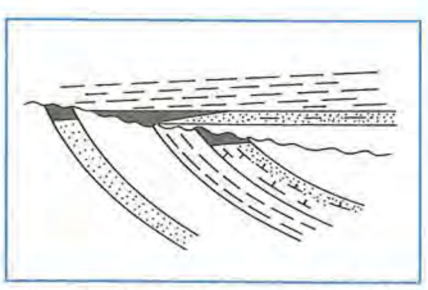
تتسبب العلميات البينتكوينيـة في تكوين مصيـدة نفطيـة إذا اعترض نطـاق مسمنت طـريق نفط أو غـاز يتحـرك إلى أعلى في طبقـة منفـذة ، وفي المقـابل يمكـن اصطيـاد النفـط أو الغاز في نطق بسبب نشوء مساميـة ثانوية في حيز محلي في صخرة مسمنتـة ، وقد تسبب عمليـة التـدلت في تكـوين مصـائد نفطيـة بينتكوينية غير منتظمـة لأن الدولوميت يشغل حيزاً فراغيـاً أقل من الحجم الأصلي الذى كان يشغله الحجر الجيري .

٢ـ المصائد المصاحبة لسطح عدم توافق

تأتي هـذه المصائد إلى حيـز الوجـود عن طـريق عمليـات تـآكل(Erosion) تـؤدي إلى تكوين سطح عدم تـوافق يفصل بين صخور منفذة وصخور غير منفذة . يؤدي هذا الوضع لاصطيـاد النفط في الصخـور المنفذة ، تكـون المصيـدة في الطبقـات التي تعلـو سطح عـدم التـوافق إذا كانـت هي الصخور المنفـذة أو في تلك التي تكون في أسفله كما موضح في الشكل (١٠) .

رابعاً : المصائد الهيدروديناميكية

تلعب الحركـة الهيدروديـنـاميكية (قـوة الماء) دوراً أسـاسـاً في منع النفط من التحـرك في إتجاه أعلى الميل . يعترض الماء المتحـــرك هيـدروديـنـاميكيـا في إتجاه أسفل ميل النفط الصـاعـد إلى أعلى عنـدمـا تكـون القـوة الهيـدروديـنـاميكيـة للماء أكبر من القـوة النـاتجة من تعـويميـة (Bouyancy) قطـرات النفط وبـذلك يمنع الماء تحركـه إلى أعلى ممـا يؤدي إلى اصطيـاده وبقائه في المصيـدة دون الحاجة لوجود حاجز غير منفذ ، شكل (١١) .



● شكل (١٠) مصيـدة طبقية مصاحبـة لسطح عدم توافق (عن السياب وعبد الحميد ١٩٧٩) .

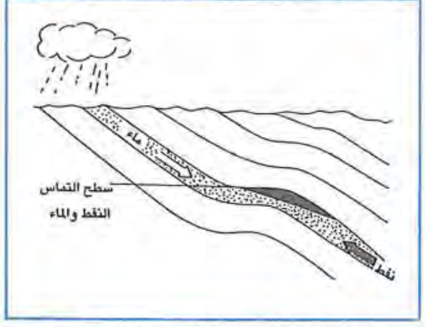
خامسـاً : المصائـد المركبـة

تمثل المصـائد المركبة أنـواعاً كثيرة وقـد تتكون من عنصر طبقي نشأ عن وجـود حافة فـاصلة بين طبقـات منفـذة وأخـرى غـير منفذة ، وعنصر تـركيبي نشأ عن تغير الشكل الهنـدسي نتيجـة حركات تكتونية أرضية . ومن أمثلـة هـذه المصـائد إصطيـاد النفط في مـواجهـة صدع (عنصر تـركيبي) في طبقـة رملية تحاط حوافها بطبقة غير منفذة (عنصر طبقي) ومصيدة طبقية مصاحبة لسطح عدم توافق ثم طيها لاحقا ، شكل (١٢) .

كما ذكر من قبل تعطي المصـائد المتعددة التي يتواكب تكـونها مع القباب الملحيـة أمثلة لكل أنـواع المصـائد من تركيبيـة ، طبقيـة أو مركبة .

● المصائد الخاويـة

وجـدت كثيراً من الأشــكال التى تمثـل مصـائد جيدة لإحتـواء النفط والغاز ولكنهـا خـاويـة منهما ، بل وفي بعض المنـاطق تعلـو اوتبطن مثل هذه المصائد طبقات حاملة للمياه الجوفية ليس بها أى أثر للنفط ، وهناك العديد من الأسباب التى تبرر وجود المصائد الخاوية نـذكـر منهـا على سبيل المثـال لا الحصر أن الرواسب النفطية قـد أصطيدت قبل وصولها



● شكل (١١) مصيدة هيدروديناميكية .



● شكل (١٢) مصيدة مركبـة أُصطيد فيها النفط بسطح عدم توافق ثم طويت الطبقات لاحقاً .

للمصائد الخاوية أو أنها لم تمر عليها ، أو لعدم توفر صخور المصدر في المكان الذي توجد فيه المصائد .

صخور السقف

بما أن للنفط نزعة التحرك إلى أعلى فإن توفر سمك كافي من الطبقات المنفذة تعلو المصيدة غير كاف لمنع النفط من الهروب إلى سطح الأرض وحفظه من الضياع ، وعليه فإنه لابد من وجود طبقة حابسة تمنعه من الهروب ، وهذه الطبقة لا تقل أهمية عن وجود صخر المكمن . وقد أطلقت أسماء عدة على مثل هذه الصخور منها صخر الغطاء وصخر السقف والمحبس . وهناك رأي يقول بأن يطلق مصطلح صخور الغطاء على تلك التي تغطي القباب الملحية . ولمنع تسرب النفط جانبياً يجب أن يأخذ المكمن شكلا تركيبيا مناسبا كالطية المحدبة أو القبة ، أو طبقيا بتغير في درجة مسامية ونفاذية الصخر أو وجود ماء الحواف .

تمثل الصخور اللدنة أجود صخور السقف ومن أنواعها مايلي : -

١- صخور الطين الصفحي

وهي صخور رسوبية مترققة تتكون بشكل كبير من جسيمات طينية ، وتشكل هذه الصخور سقفاً لمعظم الصخور المكمنية الرملية لأكثر من ٦٠٪ من حقول النفط العملاقة .

٢- رواسب البخر

وهى رواسب محاليل سابقة ترسبت نتيجة لتبخر مُركّز أو تام التركيز للمواد الذائبة ، ومن هذه الرواسب الجبس والأنهيدريت والهاليت (ملح الطعام) .. إلخ . وعادة ما تكون هذه الصخور سقفاً لصخور المكمن الجيرية ، وتمثل هذه الرواسب صخور المكمن لحوالي ٢٥٪ من حقول النفط العملاقة .

٣- صخور السمنتة وتغير السحنة

وتتكون عندما تتعرض صخور المكمن إلى عملية السمنتة ، أو عندما تتغير سحنتها إلى سحنة طينية حيث يؤدى مثل هذا الوضع إلى تكون حافة نفاذية تفصل صخرين مختلفين . يكثر مثل هذا النوع من صخور السقف في صخور المكمن الفتاتية ويقل في الصخور الجيرية .

التنقيب عن النفط

د. محمد حسين سعد

عملية البحث والتنقيب عن النفط ليست بالأمر السهل أو اليسير ذلك أنها تتطلب جهداً كبيراً و إستثمارات مادية ضخمة ، وتتمثل صعوبة التنقيب عن النفط في أن البحث عنه يتم بطرق غير مباشرة تشمل البحث عن تراكيب جيولوجية معينة مناسبة لتجمعه أو شواهد تشير إلى تواجده في القطاع الطبقي ، ثم البحث عن صخور ذات مسامية ونفاذية جيدة يتحرك خلالها النفط المتكون ، ثم إختبار هذه الشواهد بالحفر لمعرفة تواجد النفط من عدمه.

وتهدف المراحل الأولى من التنقيب عن النفط إلى تحديد المناطق المؤهلة لوجوده والتي تتركز في تحديد الأحواض الرسوبية والتراكيب الجيولوجية في هذه الأحواض وإتجاهاتها ، ويمر التنقيب عن النفط بعدة مراحل أهمها :-

المسح الجيولوجي

يتعلق المسح الجيولوجي بتحديد العناصر الجيولوجية الرئيسة وأنواع الصخور وإمتدادها السطحي ودراسة الظواهر التكتونية والشواهد السطحية . ويتم ذلك عن طريق العمليات الآتية : -

١ - الإستشعار عن بعد

تستخدم معلومات الإستشعار عن بعد في الكشف عن النفط من خلال عمليات التصوير الجوي والطيفي والراداري وذلك على النحو التالي : -

(أ) التصوير الجوي : تعد هذه الطريقة أول وسائل الإستشعار عن بعد



المستخدمة في الكشف عن النفط ، وقد استخدمت منذ عام ١٩٤٠م لوضع الخرائط الجيولوجية وتحديد طبيعة الصخور والظواهر التركيبية .

(ب) التصوير الطيفي : يشمل ذلك صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف ومنها صور سلسلة لاندسات التي أطلق أولها عام ١٩٧٢م ضمن برنامج تقنية الأقمار الصناعية لدراسة ثروات الأرض وتساعد هذه الصور في تحديد مناطق الإستكشاف عن طريق : ـ

- تحديد مناطق تسرب النفط إلى السطح .
- تحديد العديد من الظواهر التركيبية مثل الصدوع والطيات وغيرها .
- إعطاء تفاصيل عن بعض التراكيب التي قد تكون هدفاً للتنقيب عن النفط .
- الحصول على معلومات كثيرة عن الظواهر الخطية (Linear Features) التي تعكس بعض الظواهر تحت السطحية والتاريخ التركيبي لمنطقة الدراسة .
- إعطاء تصور إقليمي عام عن منطقة الإستكشاف .

ومن أمثلة استخدام التصوير الطيفي في التنقيب عن النفط ، الدراسة التي تمت بإستخدام صور لاندسات لحوض أناداركو (Anadarco Basin) المتد بين ولاية أوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة الأمريكية والتي نتج عنها تحديد ٧٦ تركيباً مغلقاً يمثل ٥٩ منها حقولاً منتجة و١١ تمثل تراكيب غير منتجة ، بينما لا تتطابق ٦ منها مع الواقع، كذلك تم إستخدام صور لاندسات في التعرف على مناطق وجود ١٥ حقلاً نفطياً في العالم منها خمسة حقول في الوطن العربي هي : حقل الغوار في المملكة العربية السعودية و حقل برقان في الكويت و حقل بوزرغان في العراق و حقل المسلة في ليبيا و حقل البرمة في تونس .

(جـ) التصوير الراداري : تقوم أنظمة التصوير الراداري المحمولة بالأقمار الصناعية بإجراء المسوحات ليلاً ونهاراً دون الإعتماد على ضوء النهار أو وجود السحاب ، لذلك فهي تستعمل بشكل واسع في المناطق الإستوائية المغطاة بالسحب ، وبهذه الطريقة يمكن تمييز العناصر التركيبية الرئيسة مثل أحزمة الطيات (Fold Belts) والمرتفعات(Uplifts) والأحواض (Basins) ، وعند تحديد الوحدات التكتونية الرئيسة يمكن تحديد الأحواض الرسوبية كمناطق أكثر أملاً للتنقيب عن النفط ، وبناءاً على هذه المعطيات يمكن تركيز مواقع المسوحات الجيوفيزيائية اللاحقة . كما أن الظواهر الخطية تساعد في تحديد الظواهر التكتونية السطحية وتحت السطحية والتي تعد هدفاً رئيساً للتنقيب عن النفط .

٢ ـ الجيولوجيا الحقلية

تستخدم الجيولوجيا الحقلية في الأماكن التي يسهل الوصول إليها وتكون الصخور الأرضية ذات مكشف ظاهر (Outcrop) ، ويتم الإستعانة بالصور الجوية والمعلومات الأخرى عن منطقة الدراسة ، ويلي ذلك رسم خريطة جيولوجية للمنطقة توضح أهم الظواهر الجيولوجية من حيث : التراكيب ، نوعية الصخور ، أعمارها المختلفة ، التضاريس ، حدود التكوينات الجيولوجية ، إتجاه ميل الطبقات ، إتجاهات الفوالق ، أماكن الأودية ، الطيات المحدبة والمقعرة. ومن المفيد أيضاً رسم خرائط وقطاعات عرضية لإمتداد الصخور الظاهرة على السطح وتحت السطح وجمع عينات صخرية لتحليلها ودراسة تركيبها الصخري والتأكد ممابها من معادن معتمة أو شواهد بترولية ، وبناء على تلك المعلومات يمكن تحديد الأحواض الرسوبية في المنطقة لإجراء المزيد من أعمال التقييم واستخدام طرق إستكشافية أخرى إذا كانت النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة وتُظهر شواهد على إمكان وجود النفط في منطقة الدراسة .

٣ـ البحث عن الرشوحات

عندما يتسرب النفط السائل إلى السطح فإنه يكون على شكل أغشية أو طبقات بترولية رقيقة فوق سطح الماء (كالعيون ، البحيرات ، الأنهار ، البحار ، المحيطات) أو على شكل عيون بترولية متراكمة ، أو تسربات بسيطة من الصخور المسامية السطحية المتشققة ، و يمكن ملاحظة هذه الأشكال في الصور الجوية حيث تتميز الأغشية البترولية الموجودة فوق سطح الماء بلمعان خاص ، أما الرشوحات البترولية الموجودة على اليابسة فتتميز بلونها الغامق . وقد يتجمع البترول الأسفلتي الثقيل على شكل سائل قاري من الطبقات الرملية الواقعة في الأجزاء القبوية من الطيات المتآكلة . ومن أشهر الرشوحات البترولية السطحية منخفض كورا بالإتحاد السوفيتي السابق حيث تم تسجيل المئات من مخارج البترول والغاز ، وكذلك منخفض كولخيدا في غرب جورجيا ، جنوب غرب جزيرة ترينيداد حيث توجد بحيرة من القار مرتبطة بمنخفض قطره حوالى ٦٠٠ متر وعمقه أكثر من ٤٠ متراً ، وكلما أُخذ من الأسفلت الموجود بها تصاعد إليها كميات أخرى ببطء .

وقد تخرج المواد الأسفلتية على شكل تجمعات لدنة وأغشية رقيقة فوق الصخور أو على شكل كتل غير منتظمة الشكل ، ومن أمثلة ذلك ما يوجد في إقليم بوريسلان غرب أوكرانيا ، ويمكن أن تعطي هذه المواضع وغيرها من المواضع التي يظهر فيها البترول ـ ولوبكميات قليلة وأثار ضئيلة على سطح الأرض ـ مؤشرات لتواجد البترول في هذه المنطقة .

المسح الجيوفيزيائي

علم الجيوفيزياء هو دراسة الأرض باستخدام القياسات الفيزيائية المختلفة عند سطحها ، وتفسيرها للحصول على المعلومات المفيدة عن تركيب وتكوين الأرض. وفي مجال البحث والتنقيب عن النفط يستخدم المسح الجيوفيزيائي (Geophysical survey) في البحث عن تراكيب جيولوجية قد تكون مصائد لتجمعات النفط ، كما أنه مع تقدم التقنية وإتساع عمليات البحث والتنقيب عن الثروات الطبيعية أصبح هذا المسح يمثل المرحلة الأولى التي يمكن إجراؤها فوق مختلف المناطق خاصة المناطق

صعبة التضاريس كالمناطق البحرية والصحاري الجليدية والأراضي المغطاة بالحمم البركانية . وقد إستخدم المسح الجيوفيزيائي قديماً ــ عام ١٦٠٠م ـ في الكشف عن أماكن وجود المعادن الحديدية بوساطة البوصلة المغناطيسية ، وكان له الدور الرئيس ـ بعد الله ـ في الكشف الأول عن النفط سنة ١٩٢٤م .

تستخدم عدة طرق في المسوحات الجيوفيزيائية التي تجُرى على الأماكن المطلوب البحث فيها عن النفط ومنها ما يلي :-

١ ـ الطريقة المغناطيسية

يسجل المسح المغناطيسي قيمة التغير في شدة المجال المغناطيسي للأرض من مكان لآخر والذي يرجع إلى التغيرات الطبوغرافية لسطح صخور القاعدة أو التأثرية المغناطيسية (Magnetic Susceptibility) المصاحبة لصخور القاعدة ، أو من المتداخلات النارية ، أو وجود خام معدني يتميز بتأثرية مغناطيسية أكبر أو أقل من الصخور المحيطة به . وتقاس قيمة هذا التغير بوساطة أجهزة حساسة تسمى مغناطومترات (Magnetometers) تعتمد على قياس قيمة إنحراف الإبرة المغناطيسية الموجودة بها عن إتجاه الزوال المغناطيسي ، ويمكن عمل مسح مغناطيسي على الأرض ، ومن الطائرة ، ومن السفن . وقد تم حديثاً إستخدام الأقمار الصناعية مع الطائرات لإجراء عمليات مسح الأماكن التي يصعب الوصول إليها بالطرق البرية . ويمكن رسم خرائط كنتورية للتغيرات أو الشذّات (Anomalies) في شدة المغناطيسية من مكان لآخر ، شكل (١) ، وبإجراء بعض التفسيرات الكيفية والكمية لهذه الخرائط يمكن منها الحصول على المعلومات الآتية :-

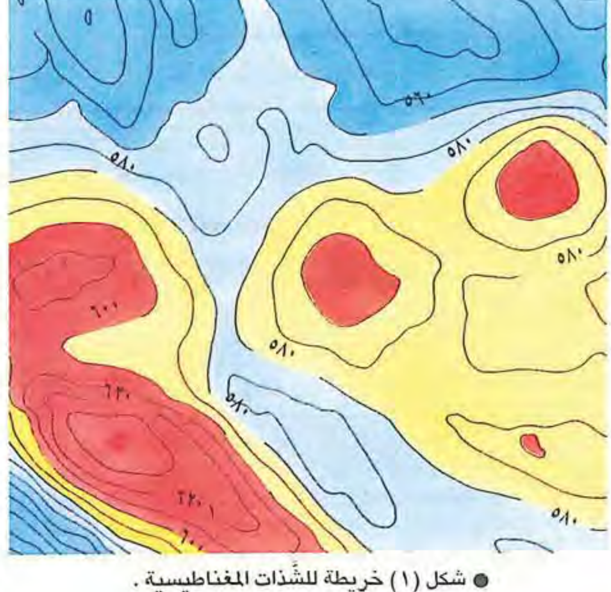
● تحديد أهم الإتجاهات التركيبية الأساس في المنطقة ، وبالتالي معرفة القوى التكتونية المؤثرة في صخور القاعدة .

● تحديد التراكيب الجيولوجية تحت السطحية وبالتالي معرفة أماكن الطيات والصدوع في القشرة الأرضية التي تلائم تجمعات البترول في ظروف خاصة .

● حساب أعماق صخور القاعدة والتي بوساطتها يمكن تعيين سمك وإمتداد أحواض الترسيب حيث أن صخور القاعدة هي الأساس التي تتراكم عليه الصخور الرسوبية .

● معرفة إندساسات الصخور النارية البازلتية المتداخلة بين الطبقات الرسوبية .

وقد تم حديثاً إستخدام تقنية المسح المغناطيسي لرسم صورة من التاريخ الجيولوجي للمناطق المترامية الأطراف في المملكة العربية السعودية كوسيلة تمهيدية فعالة للتنقيب عن النفط مما ساعد فرق المسح الزلزالي على تقييم المناطق المؤهلة لتواجد النفط ، وخير مثال على ذلك ما قامت بإكتشافه شركة أرامكو السعودية لحقول بترولية جديدة في كل من الحوطة والدلم عام ١٩٨٩م ، والرغيب والنعيم والحلوة والهزمية والغينة في المنطقة الوسطى عام ١٩٩٠م ، وفي منطقة مدين على الساحل الشمالي للبحر الأحمر عام ١٩٩٣م .

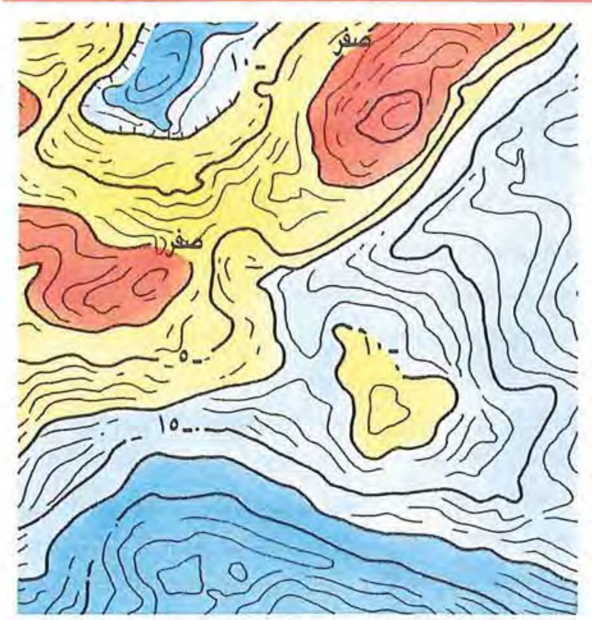


● شكل (١) خريطة للشذّات المغناطيسية .

٢ ـ الطريقة التثاقلية

تعتمد هذه الطريقة على جذب صخور الأرض للأجسام والكتل فوق سطحها وتختلف قوى الجذب من مكان لآخر تبعاً لإختلاف كثافات الصخور المكونة لما تحت السطح ، لأن الجاذبية تتناسب طرديا مع محصلة الكتل المتجاذبة وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

يمكن قياس التغير في شدة الجاذبية من مكان لآخر بإستخدام أجهزة ذات حساسية كبيرة تسمى الجرافيمترات (Gravimeters)، ويمكن بوساطتها قياس الشذّات التثاقلية (الحيود عن القيمة النظرية للتثاقلية عند نقطة القياس) وبالتالي رسم خريطة للشذّات أو التغيرات التثاقلية في منطقة البحث تعتمد على الإختلافات الجانبية في كثافة المواد الأرضية بجوار نقطة القياس ، شكل (٢) ، ويستدل من هذه الخرائط على مناطق الشذوذ في طبقات القشرة الأرضية



● شكل (٢) خريطة للشذّات التثاقلية .

التى ترجع إلى تراكيب جيولوجية معينة مثل الطيات والفوالق ، أو تداخل صخور القاعدة ذات الكثافة العالية في صخور رسوبية ذات كثافة أقل ، أو التكوينات الداخلية للصخور . ويستفاد من الطريقة التثاقلية فى الحصول على المعلومات الآتية :ـ

- تعيين الحدود الفاصلة بين الكتل الصخرية ذات الكثافات المختلفة .
- تحديد الأحواض الرسوبية ، إمتدادها ، سمكها ، لأن صخور القاعدة تتميز بكثافة أعلى من كثافة الطبقات المترسبة فوقها .
- تحديد أماكن القباب الملحية (Salt Domes) وذلك لأن الملح له كثافة أقل من كثافة التكوينات المحيطة به.
- تحديد أماكن شعاب الحجر الجيري (Limestone Reefs) وذلك لوجود تفاوت في الكثافة بينها وبين الطبقات الرسوبية الموجودة حولها ، و تعد الشعاب وقباب الملح الهدف الأول للإستكشاف بهذه الطريقة .
- تحديد أماكن الطيات المحدبة ، لأنه عندما تكون الطبقات الأعلى كثافة مقوسة إلى أعلى في تركيب مرتفع مثل الطية المحدبة ، فإن شدة الجاذبية تكون فوق محور التركيب أكبر منه على الجوانب ، شكل (٣).

٣ ـ الطريقة السيزمية (الزلزالية)

التسجيلات السيزمية عبارة عن قياسات سطحية لموجات مرسلة إلى داخل الأرض تنعكس أو تنكسر على الحدود الصخرية المختلفة ، ويمكن توليد هذه الموجات عن طريقة تفجير ديناميت أو صدمة آلية أو هزة وإستقبالها في الوقت نفسه بوساطة أجهزة حساسة تسمى لاقطات الموجات أو جيوفونات (Geophones) ، شكل (٤) . ويمكن إجراء المسح السيزمي بإحدى طريقتين هما :ـ

(أ) طريقة تسجيل الإنعكاسات :

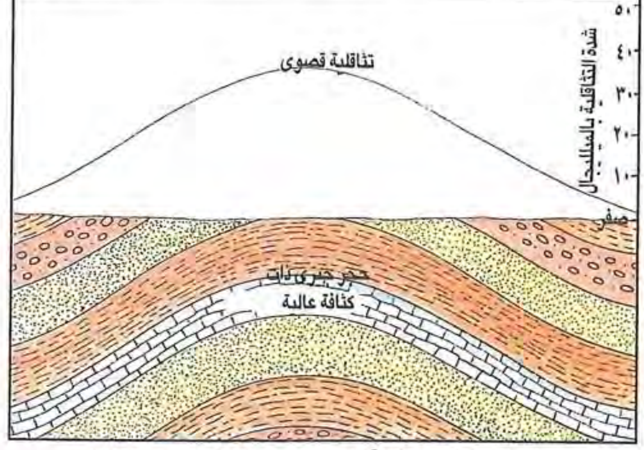
تعد طريقة تسجيل الإنعكاسات (Reflection Method) ، الأكثر شيوعاً في التنقيب عن النفط حيث تستخدم لرسم خرائط جيولوجية للتراكيب والطبقات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض ، وفى هذه الطريقه تقوم الجيوفونات بتسجيل الموجات المنعكسة من السطوح الفاصلة بين الطبقات الصخرية المختلفة نظراً لإختلاف كثافتها . ومن هذه الطريقة يمكننا معرفة الآتي:ـ

- الظواهر التركيبية الموجودة تحت سطح الأرض مثل الطيات المحدبة ، الفوالق ، القباب الملحية والشعب المرجانية المؤمل وجود تجمعات النفط والغاز فيها .
- خصائص الصخور مثل الكثافة ، المسامية . . . الخ
- عمق السطوح الفاصلة «العاكسة» وذلك بقياس الأزمنة اللازمة لإنتقال الموجات السيزمية من السطوح العاكسة وإليها ، وأيضا بقياس سرعة الموجات التي يمكن الحصول عليها من الإشارات المنعكسة .
- التعرف على بيئة الترسيب .

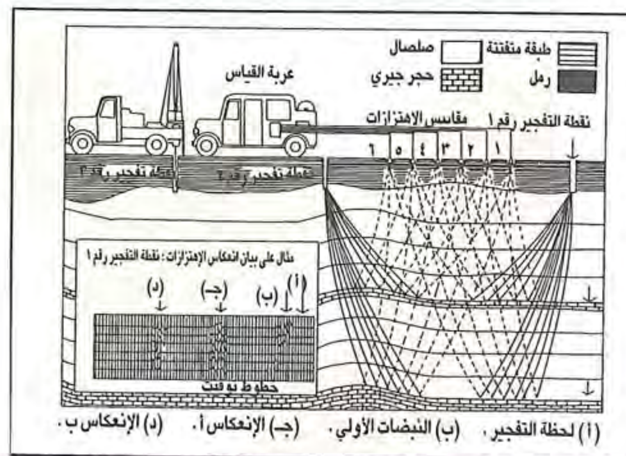
(ب) طريقة تسجيل الإنكسارات :

إستخدمت طريقة تسجيل الإنكسارات (Refraction Method) ، بكثرة في عمليات البحث عن القباب الملحية حتى عام ١٩٣٠م قبل إستخدام الطريقة الإنعكاسية فى تحديد جوانب قباب الملح التى عادة ما تتواجد على جنباتها مكامن البترول ، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة لا تعطي معلومات كثيرة أو دقيقة للشكل التركيبي للصخور مثل طريقة الإنعكاس إلا أنها تعطي معلومات عن سرعة إنتشار الموجات في طبقات الإنكسار تسمح بتعيين موضع وعمق طبقات صخرية أو تكوينات جيولوجية معينة تنتقل فيها الموجات الصوتية بسرعة عالية مثل صخور القاعدة أو الحجر الجيرى أو الملح الصخرى ، حيث يختلف معدل إنتشار الموجات السيزمية من ٥٥٠٠ قدم/ثانية في الرواسب الفتاتية العادية إلى أكثر من ٢٣٠٠٠ قدم/ثانية فى بعض الصخور النارية الجوفية ، وبذلك يمكن إستخدام هذه الطريقة في تحديد عمق وشكل حوض رسوبي برسم خريطة لسطح صخور القاعدة التى تتراكم عليها الصخور الرسوبية .

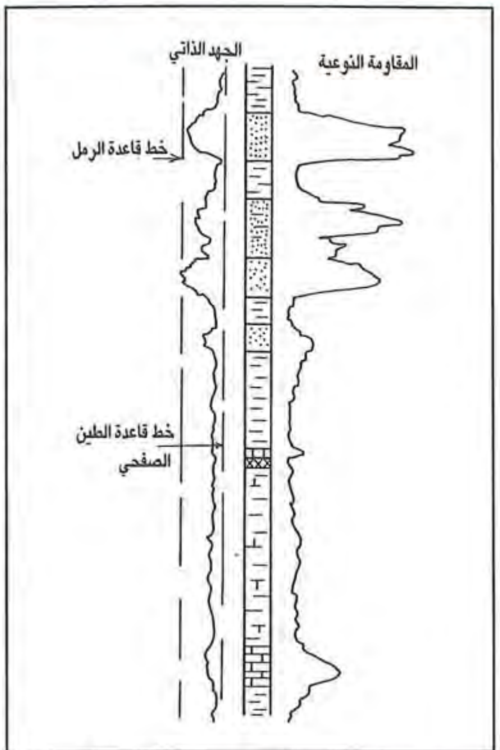
وتختلف طريقة الإنعكاس عن طريقة الإنكسار في كيفية وضع أجهزة التسجيل ففي طريقة الإنعكاس توضع الأجهزة على مسافة قصيرة من نقطة التفجير مقارنة بعمق السطح العاكس ، بينما في طريقة الإنكسار تكون المسافة بين أجهزة التسجيل ونقطة التفجير كبيرة مقارنة بعمق المستوى المطلوب تحديده .



● شكل (٣) تحديد الطيَّة المحدبة باستخدام المسح التثاقلي .



● شكل (٤) المسح الجيوفيزيائي بالطريقة السيزمية (الفقي ـ ١٩٨٩) .



● شكل (٥) تسجيلات كهربائية لبئر (السياب وعبد الحميد ـ ١٩٧٩).

٤ ـ طريقة تسجيلات الآبار

تعد تسجيلات الآبار (Well Logging) من الأساليب الناجحة ـــ أثناء أو بعد عملية الحفر ـ لدراسة الخصائص الفيزيائية المختلفة للطبقات تحت السطحية ، ويتم ذلك بإنزال أجهزة القياس والرصد في البئر بعد تبطينها (Casing) ، ومن أهم هذه التسجيلات ما يلي :ـ

(أ) تسجيلات كهربائية : وهي تشمل العديد من الأنواع تبعاً للخاصية الكهربائية المقاسة في البئر ، ومن أمثلة ذلك قياس المقاومة النوعية (Resistivity) والجهد الذاتي (Self Potential) والتأثيرية (Induction) ويستخدم في ذلك أقطاب كهربائية متصلة بمصدر تيار كهربائي بوساطة أسلاك في أجهزة مدلاّة في البئر ثم أقطاب إستقبال لقياس الجهد الناشيء أثناء مرور التيار الكهربائي في الطبقات تحت السطحية . وتسجل القراءات الناتجة على هيئة منحنيات تعتمد في شدتها وإتساعها على التغير الرأسي في الطبقات وعلى سمكها ، شكل (٥) . ويمكن الحصول من هذه التسجيلات على معلومات كثيرة ، منها قياس المقاومة النوعية الحقيقية للصخور ولمنطقة تدفق السائل ، ومنها أيضاً تعيين الطبقات المنفّذة للسوائل والأسطح التى تحدها .

(ب) تسجيلات إشعاعية : مثل تسجيلات أشعة جاما (Gama Ray) وتسجيلات النيوترونات(Neutrons) ، وتعتمد على قياس التغير الذي يحدث للأشعة الصادرة من مصدر إشعاعي أثناء إختراقها للطبقات تحت السطحية في البئر ، ويستخدم في ذلك مصدر لإشعاع النيوترونات مع مستقبل للإشعاع المنطلق من الصخور يتم إنزالهما في البئر عن طريق كابل (Cable) حيث يتم قياس درجة إمتصاص النيوترونات بوساطة أيونات الهيدروجين الموجودة في الماء أو النفط أو الغاز ، وتمدنا هذه التسجيلات بمعلومات هامة مثل تعيين مسامية الصخور والتعرف على السحنة الصخرية (Facies) للطبقات تحت السطحية ومدى إحتوائها على سوائل ونوعية هذه السوائل ، وتحديد طبقات الطَّفل وتواجد الغازات الطبعية ، وتعيين وتقييم رواسب المعادن المشعة تحت السطح .

(جـ) تسجيلات الإنتشار الصوتي : تعتمد هذه الطريقة على قياس سرعة إنتشار الموجات الصوتية في الطبقات تحت السطحية وذلك بإستقبال المنعكس منها والمنكسر على أسطح تلك الطبقات . ومن أهم إستخداماتها قياس مسلمية الصخور تحت السطحية .

الدراسات الجيوكيميائية

تتم هذه الدراسة أثناء أو تلي مرحلة الحفر الأولى وتعد إحدى الطرق المباشرة للبحث عن النفط ، وتعتمد الدراسات الجيوكيميائية على إفتراض هجرة بعض الهيدروكربونات من مكمن للبترول أو الغاز الطبعي ذات ضغط مرتفع وتحركها رأسيا إلى سطح الأرض ، ويرتبط هذا التسرب بوجود تراكمات بترولية أو غازية في الأعماق ، غير أن عدم وجود الآثار الغازية أو النفطية على سطح الأرض لا يعنى عدم وجود مكامن ، حيث أنها تكون محاطة عادة بصخور صماء لا تسمح بنفاذ الغاز منها أو تسرب قطرات البترول خلالها . وتهدف الدراسات الجيوكيميائية إلى إنجاز الأهداف التالية :ـ

● تقدير كميات البترول الناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة في هذه الطبقات.

● تحديد الطبقات الصخرية القادرة على توليد البترول.

● تحديد أنواع الهيدروكربونات الموجودة سواء أكانت نفطاً أم غازاً أم مكثفات.

● تحديد الصخور المحتوية على تجمعات البترول المكتشفة.

وتتطلب الدراسات الجيوكيميائية إجراء تحاليل ودراسات سطحية وتحت سطحية وذلك كما يلي :ـ

١ـ الدراسات السطحية

وتشتمل على ما يلي :ـ

● قياس كمية الغازات المتصة على حبيبات التربة أو حبيبات الصخور تحت السطحية وقياس كمية الإستشعاع (Fluorescence) الصادر من التربة وتحليلها لمعرفة أنواع البكتيريا التى تعيش وتنمو مع أنواع من الهيدروكربونات.

● المسح بطريقة الوميض الإشعاعي (Radioactive Scintillometer) وهي التي تعتمد على هجرة الهيدروكربونات من المكمن إلى أعلى بوساطة الضغط ، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها تحت الماء.

٢ ـ الدراسات تحت السطحية

وتشتمل على ما يلي :ـ

● تحديد كمية الكربون العضوي في الصخور لمعرفة قدرتها على توليد النفط حيث أنه كلما زادت نسبة الكربون في الصخر زادت مقدرته على توليد النفط ، وتتراوح نسبة الكربون في الصخور المولدة للحقول العملاقة ما بين ٢ إلى ١٠٪ .

● التحليل الغازي لسائل الحفر

وفتاته (Mud and Cuttings) حيث وجد أن الرواسب القريبة جداً من تجمع نفطي تعطي كمية غازات أكبر مما لوكانت بعيدة عنه .

- السِّحنة الحرارية (Temperature Facies) حيث وجد أن مادة الكيروجين (Kerogene) في الطفل الصفحي يتغير لونها من الأصفر إلى البني البرتقالي ثم إلى الأسود مع زيادة درجة الحرارة ، وعليه فإن وجود هذا التغير اللوني مع الحرارة يشير إلى دلائل وجود نفط وغاز .
- قياس النفط والغاز في الفتات القادم من البئر لتحديد المنطقة التي تَوَّلد فيها النفط تحت السطح وتلك التي سينفصل فيها الغاز المبلل .
- تحليل الهيدروكربونات الثقيلة في كاشف الطبقات والنماذج الإسطوانية لتحديد نوعية الصخر سواء أكان صخراً مصدرياً (Source Rock) للغاز أم النفط أم كلاهما ، أو إذا كان لا يولدهما .

تساعد الدراسات السطحية وتحت السطحية على تقييم حوض الترسيب الموجود في منطقة البحث ، وتمكننا مرحلة المسح الجيوكيميائي مع المراحل السابقة من رسم صورة واضحة عن إحتمالات تواجد التجمعات النفطية والغازية ، وعمق الصخور المولدة والخازنة والحابسة ، ونوعية المصائد ، وإتجاه ومقدار ميل الطبقات المختلفة . ويستفاد من هذه المعلومات بطريقة مباشرة في إختيار مكان الحفر .

الحفـــر

الحفر (Drilling) هو الطريقة المباشرة والمثلى لمعرفة ما إذا كانت المنطقة تحتوي على أية دلائل هيدروكربونية أم لا. وتختلف الآبار التي يتم حفرها أثناء عمليات التنقيب بإختلاف الغرض منها وذلك كما يلي : –

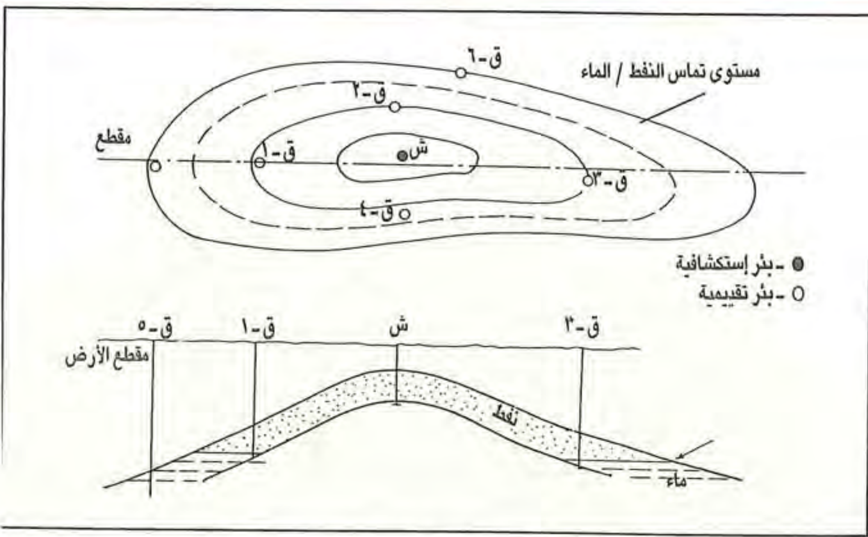
١ـ الآبار القاعية : ويتم حفرها في المناطق غير المدروسة بوساطة الحفر العميق ، وتحفر في الأماكن الملائمة لتراكم الزيت أو الغاز وذلك بهدف دراسة التركيب الجيولوجي والظروف الهيدروجيولوجية التي ترسبت فيها الطبقات الصخرية المكونة للقشرة الأرضية ، وقد حققت هذه النوعية من الآبار نجاحاً كبيراً في معظم دول العالم حيث تم بوساطتها إكتشاف عدة مكامن بترولية وغازية.

٢ـ الآبار البارامترية : تختص هذه الآبار بإجراء دراسة أكثر تفصيلاً عن التركيب الجيولوجي والجيوفيزيائي للصخور الموجودة في القطاع الذي يتم الحفر فيه ، كما تختص أيضاً بتحديد أكثر المناطق ملائمة لإجراء البحوث الإستكشافية .

٣ـ الآبار التركيبية : تستخدم لدراسة التراكيب التي يتم الكشف عنها عند حفر الآبار القاعية أو البارامترية دراسة شاملة وإعداد مشروع الحفر الإستكشافي لها.

٤ـ آبار البحث : تحفر في الحقول المكتشفة فعلاً ، وذلك لإستكشاف مكامن جديدة للبترول والغاز الطبيعي ، كما تحفر هذه الآبار في المناطق التي يتم تحديدها نتيجة حفر الآبار السابقة وذلك بهدف إستكشاف حقول نفطية جديدة.

٥ـ آبار الإستكشاف والتقييم : ويتم حفرها في المناطق التي يتم التأكد من إحتوائها على النفط والغاز بمقياس إقتصادي بهدف تحديد أبعاد الحقل وجمع البيانات اللازمة لوضع مشروع تنميته ، شكل (٦) ، و يتم إختيار موقع البئر الإستكشافية بناءاً على المعلومات التي تم الحصول عليها من طرق الإستكشاف الجيولوجية والجيوفيزيائية والدراسات الجيوكيميائية ، وتحفر البئر الإستكشافية الأولى عادة على قمة التركيب المراد إستكشافه أو على الموقع المناسب الذي يتوقع أن يحقق أكبر إنتاج ممكن. وإذا تم العثورعلى نفط في البئر الإستكشافية فهي بئر مكتشفة ، أما إذا لم يوجد بها نفط فهي بئر جافة ، والبئر المكتشفة إما أن تحتوي على نفط أو غاز أو مكثفات .



● شكل (٦) مواقع الآبار الاستكشافية والتقييمية (الفقي ـ ١٩٨٩م) .

وهناك أنواع أخرى من الآبار مثل الآبار التطويرية التي تحفر لتطوير الحقل المكتشف ، وآبار الحقن لتعزيز الضغط في المكامن .

وبإنتهاء كل المراحل السابقة من إستكشاف وحفر توضع النتائج كلها لتقييمها ورسم العديد من الخرائط والقطاعات لتحديد أفضل الوسائل لتنمية أو استغلال الحقل بعد معرفة الإحتياطي المخزون من النفط والغاز ، وتبدأ عندئذ مرحلة الإنتاج .



قصة النفط في المملكة

د. عبد العزيز اللعبون

أنعم اللـه على شبه الجزيرة العربية بنعم لاحصر لها ، نعم ظاهرة وأخرى باطنة. فهي مهبط الرسالات وأرض المقدسات وسادت فيها أقدم الحضارات. ومن الناحية الجيولوجية هيأ اللـه لها من الظروف ـــ عبر مئات الملايين من السنين ـ ماجعل منها مستودعاً لنفائس وكنوز وثروات إحتوتها جبالها وغطتها كثبانها وتخللت مسام صخورها ثروات إستغلتها البشرية منذ قديم الزمن ولازالت تستمتع بها .

كانت جبال الحجاز ـ ولازالت ـــ مقالع لأحجار كريمة ومعادن ثمينة . إستخرج الأقدمون الكثير منها وبقي الأكثر . وفي جوف شبه الجزيرة وتحت قفارها وكثبانها تكون النفط وتجمع وظل فيها حبيساً لملايين السنين حتى سخر الله من أسباب العلم ما سهّل الوصول إليه وإعتاقه من مكمنه .

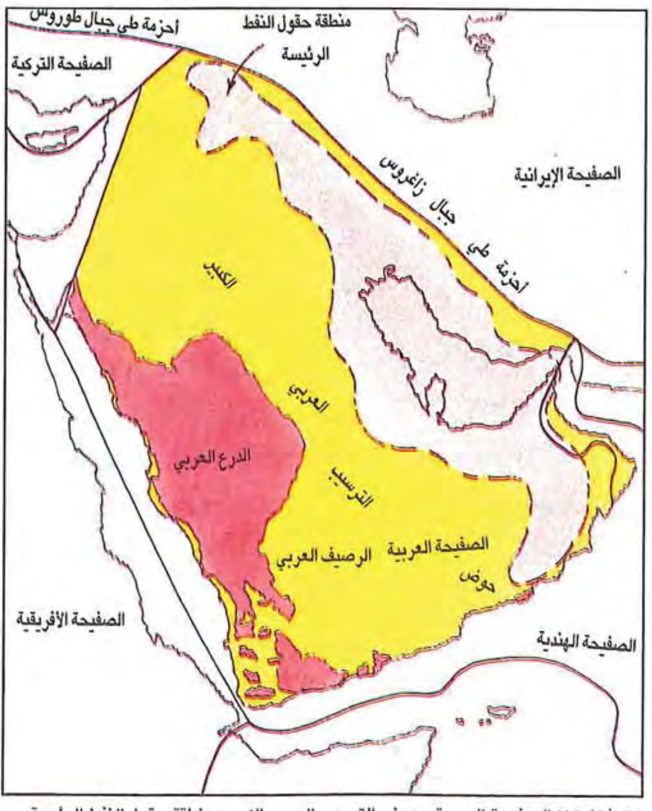
نفط الشرق الأوسط

تختزن الصخور الرسوبية في المنطقة المعروفة سياسياً بالشرق الأوسط وجيولوجياً بالصفيحة العربية كميات هائلة من النفط والغاز الطبيعي ، وتتكون الصفيحة العربية من منطقتين رئيستين ، شكل (١) ، هما :ـ **الدرع العربي :** ويتكون من صخور نارية ومتحولة ورسوبية قديمة ويقع في غرب الجزيرة العربية ، **وحوض الترسيب العربي الكبير** ويتكون من صخور رسوبية ويعرف أيضاً بالرصيف العربي ويحيط بصخور الدرع العربي .

قدر احتياطي النفط والغاز الطبيعي في الصفيحة العربية لعام ١٩٩١م بأكثر من ٦٦٣ بليون برميل نفط وحوالي ١٣٢٥ تريليون قدم مكعب من الغاز ، أى مايقرب من ٦٥٪ من إحتياطي النفط وحوالي ٣٢٪ من إحتياطي الغاز في العالم .

تمثل رشوحات النفط أو آثاره على سطح الأرض أول الدلائل على وجوده في باطنها وقد إشتهرت المنطقة ومنذ قديم الزمن بإنتشار دلائل وجود النفط فيها ، شكل (٢) .

يجد النفط طريقه إلى الصخور ذات المسامية والنفاذية التي تسمح بحركته



● شكل (١) الصفيحة العربية وحوض الترسيب العربي الكبير ومنطقة حقول النفط الرئيسة .

بغض النظـــر عن نوعية تلك الصخور أو ظروف تكوينها أو بيئات ترسيبها ، وتعد مكامن الصخور الجيرية التي ترسبت في بيئات بحرية وشاطئية ومرجانية المكامن الرئيسة لحقول النفط والغاز الطبيعي في حوض الترسيب العربي الكبير ، وتأتي مكامن الصخور الرملية التي ترسبت في بيئات ترسيب متنوعة بحرية وشاطئية وقارية ودلتاوية وجليدية وكثبانية في المرتبة الثانية من حيث الأهمية .

كما وأن النفط يتواجد في صخور مختلفة الأعمار الجيولوجية تمتد من أواخر حقب الحياة القديمة (قبل حوالي ٥٩٠ مليون سنة) الى العصر الثلاثي (قبل حوالي ٣٦ مليون سنة) وربما أحدث ، شكل (٣) .

تعد الصخور الطينية والجيرية الغنية بالمواد العضوية والتي تتخلل الطبقات المسامية المصدر الرئيس لنفط المنطقة ، غير أن أسباب وظروف تكونه وتجمعه بهذه الكميات الهائلة في المنطقة لازال لغزاً يحير علماء الأرض .

أول إمتياز للنفط

بدأت قصة النفط في شرق الجزيرة العربية عندما تكللت جهود البريطاني **فرانك هولمز** ، ممثل الشركة الشرقية والعامة المحدودة بالإتصال بالملك **عبد العزيز** رحمه الله خلال إنعقاد مؤتمر العقير في شتاء عام ١٣٤١ هـ (١٩٢٢م) بغية الحصول منه على إمتيازات النفط والمعادن والملح في منطقة الأحساء . وفي عام ١٣٤٢هـ في السادس من آيار (مايو) ١٩٢٣م نجحت تلك الجهود عندما حصل هولمز على أول إمتياز لإستكشاف النفط في الخليج وشرق الجزيرة العربية .

أول دراسة جيولوجية

تعاقد **هولمز** مع الجيولوجي السويسري **الأرنولد هايم** الذي مسح منطقة الإمتياز من الكويت مروراً بالمنطقة المحايدة ، وبمحاذاة الساحل حتى العقير ومنها إلى الهفوف. لم تكن نتائج هذا المسح مشجعة مما أدى إلى نكوص الشركة عن الإلتزام بما جاء في إتفاقية الإمتياز فأوقفت الشركة عمليات الإستكشاف وتهربت من دفع إلتزاماتها المالية السنوية دون إشعار أو إعتذار، مما ترتب عليه إلغاء الإمتياز في عام ١٩٢٨م .



● شكل (٢) منطقة حقول النفط الرئيسة في حوض الترسيب العربي الكبير .

إمتياز سوكال

كانت شركة نفط ستاندر وكاليفورنيا (سوكال) قد حصلت على إمتياز التنقيب عن النفط في جزيرة البحرين في كانون أول (ديسيمبر) ١٩٢٨م ، وقامت بمحاولات جادة للحصول على إمتيازات النفط في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية حتى تحقق لها ذلك عندما وقع وزير المالية السعودي **عبد الله بن سليمان** رحمه الله ومحامي سوكال **لويد هاملتون** على إتفاقية الإمتياز في الرابع من شهر صفر لعام ١٣٥٢ هـ ٢٩ آيار (مايو) ١٩٣٣م .

مراحل ملكية الشركة

بعد أن حصلت على الإمتياز أسست سوكال شركة جديدة أسمتها شركة نفط كاليفورنيا - العربية (كاسوك) وسجلتها في نفس العام في ولاية ديليوير في أمريكا، وأوكلت إليها مهمة إدارة العمليات الإدارية والنفطية لإمتياز النفط .

في عام ١٣٥٥ هـ (١٩٣٦م) أمتلكت شركة تكساس (تكساكو حالياً) نصف شركة كاسوك التي تغير إسمها في عام ١٣٦٣ هـ (١٩٤٤م) إلى شركة الزيت العربية الأمريكية (أرامكو). وفي عام ١٩٤٨م إمتلكت شركتان أخريان وهما شركة نفط ستاندرد نيوجيرسي (إكسون حالياً) وسوكوني فاكوم (موبيل حالياً) على حصص في أرامكو فكان توزيع حصص

الشركة وقتذاك كالآتي ٣٠٪ لكل من سوكال وتكساكو وإكسون و ١٠٪ لموبيل.

وبمرور الزمن تزايدت حصص الحكومة السعودية في الشركة وتناقصت حصص الشركات المساهمة في أرامكو حتى أعلن عن تأسيس شركة الزيت العربية السعودية (أرامكو السعودية) في شهر ربيع الآخر لعام ١٤٠٩ هـ تشرين ثاني (نوفمبر) ١٩٨٨م لتتولى المهام الإدارية والتشغيلية للعمليات النفطية في المملكة .

سلسلة من الآبار الجافة

بعد أقل من سنة وتسعة أشهر من توقيع إتفاقية الإمتياز، أختير موقع أول بئر إستكشافية في تلال الظهران التي أطلق عليها الجيولوجيون الأمريكان إسم « قبة الدمام» بدلاً من قبة الظهران. بدأ حفر البئر الإستكشافية الأولى في ٢٦ محرم ١٣٥٤ هـ ٣٠ نيسان (إبريل) ١٩٣٥م مستهدفاً الطبقة الخازنة للنفط على بعد كيلومترات قليلة من جزيرة البحرين ، وإخترقت البئر تلك الطبقة ولكن النتيجة كانت مخيبة للآمال فلم يعثر إلا على كميات ضئيلة من



● شكل (٤) بئر الدمام رقم ١ أول بئر حفرت بحثاً عن النفط في شرق الجزيرة العربية .

النفط والغاز ، شكل(٤) ، فهجرت البئر. إستمرت عمليات الحفر فبدأ حفر البئر الثانية التي لم تكن أسعد حظاً من الأولى ، وإستمر حفر الآبار فحفرت الآبار ٣ و ٤ و٥ و ٦ وجميعها في قبة الدمام (الظهران) وحفرت بئر أخرى في العلاة. لقد كانت سلسلة من الآبار المخيبة للآمال والتي لم يعثر فيها على النفط بكميات تجارية رغم بوادر وجوده . وأمام هذا الفشل المتتابع تقرر حفر بئر الدمام رقم ٧ وبدأ الحفر في السابع من كانون أول (ديسمبر) ١٩٣٦م في منطقة جبال أم الرؤوس . تعثر الحفر لأسباب فنية تقنية وتوقف تماماً .

النفط في الطبقات الأعمق

إنه لغز جيولوجي محير، طبقة البحرين التابعة للعصر الكريتاسي مليئة بالنفط ويتدفق منها بغزارة في جزيرة البحرين القريبة ولكنها خاوية في الظهران !! ، فبعد حفر عدد من الآبار ثبت للشركة أنه لاجدوى من السعي وراء البحث عن النفط في هذه الطبقة .

لم يعد هناك من أمل لإكتشاف النفط سوى الحفر لطبقات أعمق ، وعليه فقد تقرر تعميق البئر رقم ٧. فتم في ١٦ تشرين الأول (أكتوبر) ١٩٣٧م إعادة الحفر في البئر وتعميقها ، وما أن وصل الحفر الى عمق ٣٦٠٠ قدم (١٠٩٧ متراً) حتى بدأت تباشير النفط والغاز تظهر ، وبحلول آخر يوم من عام ١٩٣٧م إخترقت البئر طبقات تختزن كميات هائلة من النفط والغاز إندفعت بقوة فتهدم برج الحفر وإنفجرت البئر .

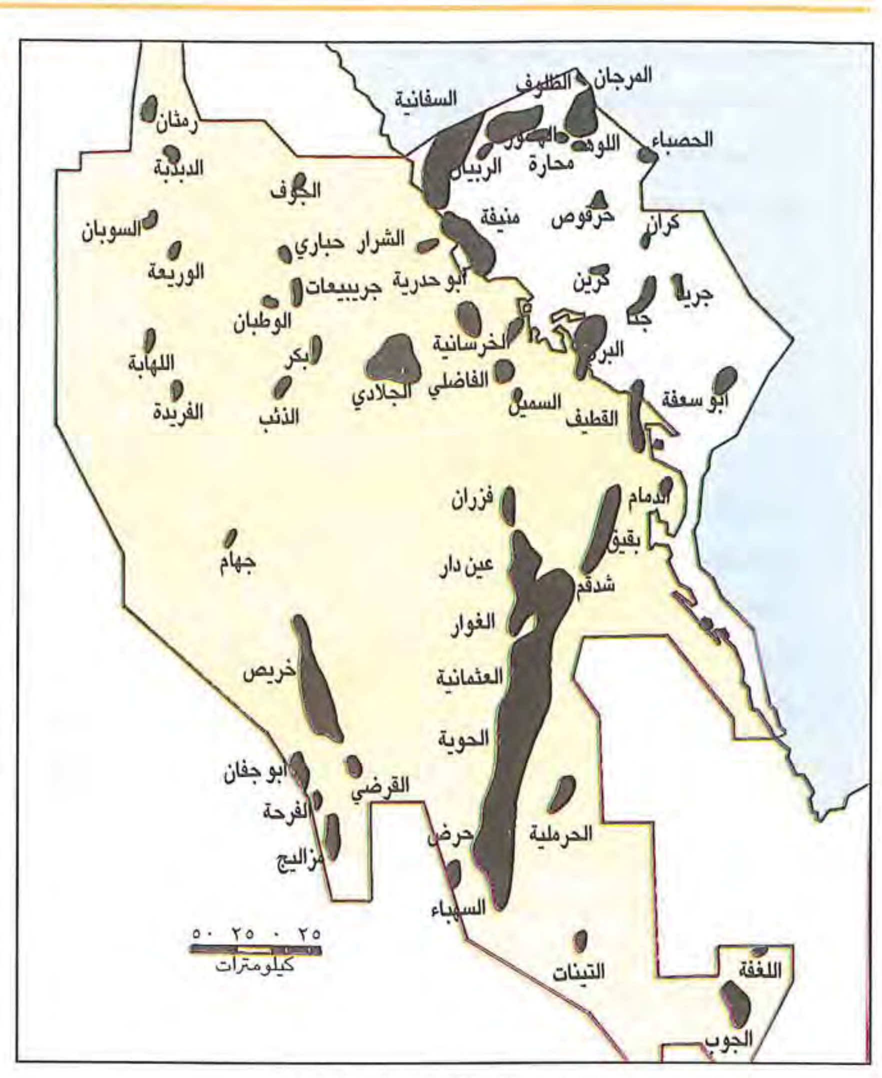
أصلحت البئر واصل برج الحفر عمله في البئر رقم ٧ ، وفي الرابع من آذار (مارس) ١٩٣٨م وعند عمق ٤٧٢٧ قدماً (١٤٤١ متراً) إنطلق « المارد الأسود » من مكمنه، من طبقة جيرية تابعة للعصر الجوراسي أطلق عليها جيولوجياً إسم « متكون العرب» و أطلق على آبار الظهران إسم « حقل الدمام » .

ومن الجدير ذكره أن جميع الآبار الإستكشافية في منطقة الشرق الأوسط حفرت في مناطق ثبت وجود النفط فيها من خلال رشوحاته على سطح الأرض ، فالحقول التي أكتشف فيها النفط لأول مرة في المنطقة ـ حقول مسجد سليمان في جنوب غرب إيران والنفطخانة (نفط الشاه) في منطقة خانقين على الحدود العراقية الإيرانية، و بابا كركر والقيارة في شمال العراق والعوالي في البحرين والبرقان في الكويت ـ جميعها أُكتشفت بمساعدة دلائل سطحية على وجود النفط في هذه المناطق. أما في منطقة الظهران فإنه لم يكن هنالك أى آثار على السطح لوجود النفط ، وهذا ما يميز إكتشاف النفط في هذه المنطقة عن إكتشافه في المناطق الأخرى .

الإنتاج والتصدير

لم يمر وقت طويل على إكتشاف النفط في منطقة الظهران حتى بدأ الإنتاج الأولي في ٣١ أغسطس ١٩٣٨م من بئر الدمام ٧ وبمعدل ١٣٥٤ برميلاً في اليوم .

وما أن تم إنشاء مرافق التصدير في ميناء رأس تنورة وتهيئته لإستقبال ناقلات النفط الكبيرة وتوصيله بحقل الدمام بخط أنابيب قطرها ٢٥ سنتيمتراً وطولها ٦٩ كيلومتراً ، حتى تم ـ وبإحتفال رسمي كبير ـ تصدير أول شحنة نفط إلى الأسواق العالمية على متن ناقلة النفط د.ج. سكوفيلد **(D.G Skofield)** ، وذلك في



● شكل (٥) حقول النفط الرئيسة في المملكة .

١١ ربيع الأول ١٣٥٨هـ ــ الموافق الأول من آيار (مايو) ١٩٣٩م .

أكبر حقول النفط

بعد إكتشاف النفط في الظهران توالى إكتشاف عشرات الحقول على اليابسة وفي المناطق المغمورة ، شكل (٥) . وأعظم هذه الإكتشافات هو إكتشاف ذلك التجمع النفطي الهائل الذي ملأ طية النعلة المحدبة العملاقة ، والتي يمتد طولها لما يقارب من ٢٤٠ كيلومتراً ومتوسط عرضها حوالي ٢٥ كيلومتراً . عرف هذا الحقل بحقل الغوار (فوق العملاق) وهو أكبر حقول النفط في العالم .

الحقول المغمورة

إمتدت عمليات الحفر إلى المناطق المغمورة في الخليج العربي فتم في عام ١٩٥١م إكتشاف أكبر حقل نفط مغمور في العالم ، وأول حقل مغمور في الشرق الأوسط وهو حقل السفانية . وتلى ذلك اكتشاف العديد من الحقول المغمورة الأخرى ، ولم تستثن مجاهل الربع الخالي من التنقيب حيث تم إكتشاف الغاز في حقل كدن في عام ١٩٦٧م ، والنفط في حقل شيبة في عام ١٩٦٨م .

إستمرت عمليات الإستكشاف فتم إكتشاف العديد من حقول النفط في المنطقة الشرقية وفي الخليج العربي حيث أكتشف النفط في حقل الظلوف في عام ١٩٦٥م ، ومرجان في عام ١٩٦٧م .

إمتدت عمليات الإستكشاف إلى سواحل البحر الأحمر حيث قامت مجموعة شركات أوكسيراب ــ تينيكو ــ بترومين بالحفر في مناطق إمتيازها وإكتشفت الغاز والمكثفات في عام ١٩٦٩م في حقل بركان في أقصى الشمال عند مدخل خليج العقبة ولكن بكميات غير تجارية .

نفط قلب الجزيرة وغربها

أثمرت عمليات الحفر عن إكتشاف النفط والغاز الطبيعي عام ١٩٨٩م في حقل الحوطة وحقل الدلم ، وفي عام ١٩٩٠م تم إكتشاف المزيد من حقول النفط والغاز في الرغيب والحلوة والنعيم والهزمية والغينة . ومؤخراً أعلن في عام ١٩٩٣م عن إكتشافات جديدة في منطقة مدين قريباً من مدخل خليج العقبة ، وفي شمال غرب المملكة ووسطها .

لقد تم إكتشاف العشرات من حقول النفط والغاز في المملكة منها ماهو على اليابسة ومنها المغمور ، وبين هذه وتلك حقول أخرى. ويبين جدول (١) سجلاً بالحقول الرئيسة لأرامكو مرتبة حسب تاريخ إكتشافها .

المنطقة المحايدة اليابسة

منحت الكويت في ٢٨ حزيران (يونيو) ١٩٤٨م إمتيازات النفط في نصيبها المشاع في المنطقة المحايدة اليابسة بينها وبين المملكة العربية السعودية الى شركة النفط الأمريكية المستقلة أمينويل ، وقد إتخذت الشركة من ميناء جنوب الأحمدي مقراً لإدارتها ومركزاً لتخزين وتصدير نفطها وأطلق عليها اسم ميناء عبد الله .

أما حكومة المملكة العربية السعودية فقد منحت إمتيازات النفط في حصتها في المنطقة الى شركة نفط باسيفيك ويسترن في ٢٠ شباط (فبراير) ١٩٤٩م . وعندما إمتلك

رجل النفط المعروف بـول جيتي هـذه الشركـة بـالكامل في ٢٤ نيسـان (إبـريل) ١٩٥٦م إنـدمجت في شركة جيتـي للـزيت وعملت تحت هـذا الإسـم. إتخذت شركـة جيتي من رأس الغار والـذي أطلق عليه إسم ميناء سعـود مقـراً لإدارتها وعمليـاتها النفطية وميناءاً لتصدير نفطها .

كـونت جيتي وأمينـويل لجنة عمليـات مشتركة لإدارة العمليـات النفطية لـلإمتياز وباشرت عمليات الإستكشـاف وحفر الآبار، أمـا مـرافق تجميع النفـط المنتج وتكـريـره وشحنـه وتصـديره فقـد تـولت كل شركـة القيام بذلك على مسؤوليتها .

المنطقـة المحايـدة المغمـورة

أما في المنطقـة المغمورة المقابلـة للمنطقة المحـايـدة اليـابسـة فقـد إتفقت كل من الحكـومتين السعوديـة والكويتيـة على منح إمتيازات التنقيب عن النفط فيهـا إلى الشركة التجارية اليابانية للبترول، فمنحت الحكومة السعوديـة الشركة المذكـورة الإمتياز في أول ديسمبر ١٩٥٧م . قـامت الشركة في فبرايـر ١٩٥٨م بتأسيس شركـة الـزيت العـربيـة المحـدودة لتتـولى إدارة العمليـات النفطيـة والإداريـة للإمتيـاز. وفي الخامس من تموز (يوليـو) ١٩٥٨م منحت الحكومة الكـويتية الإمتياز للشركة اليابانية .

أتخذت الشركـة من خـور المفتّح مقـراً مـؤقتـاً لعملياتها وأجـرت في عـام ١٩٥٨م مسحـاً شـاملاً لمنطقة الإمتياز وبـاشرت عملياتها الإستكشافية .

بـدأت الشركـة أعمالها الإستكشافية في عام ١٩٥٩م بحفـر بئرهـا الأولى قريبـاً من حقل السفـانيـة ، ومـا أن وصلت البئـر إلى عمق ١٤٧٩ قدماً حتى تدفق الغاز الطبيعي ولم تصل البئـر إلى عمق ١٥٠٧ قدمـاً حتى إنفجـرت وإشتعلت فيهـا النيران . أصلحت البئـر وواصلت الشركـة الحفـر وعنـد عمق ٤٩٠٠ قـدم تـدفق النفط بمعـدل ٦٠٠٠ بـرميل في اليـوم ، وأعلن عن الإكتشـاف في ٢٩ كـانون ثـاني (ينـاير) ١٩٦٠م . بعـد إكتشـاف النفط في الحقل الـذي أطلق عليـه إسم حقل الخفجـي نقلت الشركـة مقـر عملياتها وإدارتها الى رأس الخفجي .

تكثفت عمليـات الإستكشـاف والمسح الجيوفيـزيائي وحفرت بئر في مـوقع يعرف بـالزور بهدف الـوصـول الى طبقة العـرب المنتجـة في شرق الجزيـرة العـربيـة ، إلا أن البئـر لم تحقق الهدف وتـوقف الحفـر لأسباب فنية عند عمق ٨٦١٨ قدماً .

في أوائل عـام ١٩٦٣م حفـرت بئـر الحـوت ـ١ الإستكشافيـة شمـال حقـل الخفجي، وفي تشرين الثـاني (نـوفمبر) تم اكتشاف النفـط بكميات تجاريـة في طبقات جيرية في حقل الحوت .

حفـرت بئـر اللؤلـؤ ـ١ في الزاويـة الجنـوبيـة الشرقيـة لمنطقـة الإمتيـاز، وتم العثـور على النفط في فبرايـر ١٩٦٧م ، ثم في نـوفمبر من نفس العـام حفـرت بئـر إستكشافيـة أخرى شمالاً أطلق عليهـا إسم بئـر الـدرة ـ١ صادفت كميـات كبيرة من الغاز الطبيعي .

إجمالي إنتاج النفط والغاز

قفزت معدلات إنتاج النفط منذ بداية الإنتـاج قفزات رهيبة، ففي الوقت الذي لم يتجـاوز معدل الإنتاج ١٣٥٧ بـرميـلاً في اليـوم لعام ١٩٣٨م ، بلـغ معدل الإنتـاج في

الدمام ١٩٣٨*	أبو حدرية ١٩٣٨	بقيق ١٩٤٠	القطيف ١٩٤٥	الغوار** ١٩٤٨ـ١٩٥٧	الفاضلي ١٩٤٩
السفانية ١٩٥١	الخرسانية ١٩٥٦	خريص ١٩٥٧	المنيفة ١٩٥٧	أبو سعفة ١٩٦٣	البري ١٩٦٤
الظلوف ١٩٦٥	جهام ١٩٦٦	الحباري ١٩٦٦	المرجان ١٩٦٧	كران ١٩٦٧	الكدن ١٩٦٧
جانا ١٩٦٧	الجريبيعات ١٩٦٨	الجريد ١٩٦٨	الشيبة ١٩٦٨	الحرملية ١٩٧١	المزاليج ١٩٧٢
القرضي ١٩٧٣	اللهابة ١٩٧٣	المحارة ١٩٧٣	أبو جيفان ١٩٧٣	رمثان ١٩٧٤	القرين ١٩٧٤
الرملة ١٩٧٤	بكر ١٩٧٤	اللوحة ١٩٧٥	وطبان ١٩٧٥	الدبدبة ١٩٧٥	ربيان ١٩٧٥
الصوبان ١٩٧٦	الشرار ١٩٧٦	الحصباء ١٩٧٦	الصداوي ١٩٧٦	الجلادي ١٩٧٨	الحرقوص ١٩٧٨
الوريعة ١٩٧٨	الذيب ١٩٧٩	الجوب ١٩٧٩	الفريدة ١٩٧٩	سمين ١٩٧٩	الهامور ١٩٧٩
الحوطة ١٩٨٩	الدلم ١٩٨٩	الرغيب ١٩٧٩	النعيم ١٩٩٠	الحلوة ١٩٩٠	الهزمته ١٩٩٠
أم جرف ١٩٩٣	نسلة ١٩٩٣	الوفرة ١٩٥٣	الفوارس ١٩٦٣	أم قدير ١٩٦٦	
الخفجي ١٩٦٠	الحوت ١٩٦٣	اللؤلؤ ١٩٦٧	الدرة ١٩٦٧		

* تاريخ الإكتشاف .

** يتكون حقل الغوار العملاق من الحقول التالية : عين دار (١٩٤٨) وحرض (١٩٤٩) والعثمانية (١٩٥١) وشدقم (١٩٥٢) والحوية (١٩٥٣) وفزران (١٩٥٧) .

نفـط — غاز — نفط وغاز — مكثفات — المنطقة المحايدة اليابسة — المنطقة المحايدة المغمورة

● جدول (١) الحقول الرئيسة للنفط والغاز لأرامكو .

عام ١٩٨٠م حوالي عشرة ملايين برميلاً في اليوم ، وهو أقصى حد وصل إليه إنتاج النفط. بعد ذلك أخذت معدلات الإنتاج بالتناقص و بشكل ملحوظ حتى بلغت في عام ١٩٨٥م حوالي الثلاثة ملايين برميل في اليوم ، وفي أواخر عام ١٩٩٠م إرتفعت معدلات الإنتاج مرة ثانية لتصل إلى أكثر من ثمانية ملايين ونصف المليون برميل في اليوم .

إرتفع عدد الآبار المنتجة لأرامكو السعودية في عام ١٩٩٠م إلى ١٢٣٥ بئر وذلك مقارنة بعام ١٩٨٩م حيث بلغ عددها ٨٥٨ بئراً .

أما فيما يتعلق باجمالي إنتاج النفط فإنه لم يتجاوز في عام ١٩٣٨م النصف مليون برميل ، بلغ ما أُنتج في عام ١٩٨٠م أكثر من ثلاثة بلايين ونصف البليون برميل، وبلغ إجمالي الإنتاج في عام ١٩٩٠م أكثر من بليونين وثلث البليون برميل. أما المجموع الكلي لما تم إنتاجه من النفط منذ إكتشافه ولغاية آخر عام ١٩٩٠م فقد بلغ حوالي الستين بليون برميل .

يبين الجدول (٢) إحصائية بمعدلات إنتاج النفط وسوائل الغاز الطبيعي يومياً ومجموع ما أنتج منها سنوياً منذ بدء الإنتاج في عام ١٩٣٨م للنفط وعام١٩٦٢م لسوائل الغاز الطبيعي ، وذلك حتى عام ١٩٩٠م حسب آخر إحصائية نشرتها أرامكو السعودية .

إحتياطي النفط والغاز

يقدر إحتياطي النفط المتبقي في المملكة حسب آخر إحصائية نشرتها أرامكو السعودية لعام ١٩٩٠م بحوالي ٢٥٧٨٤٨ مليون برميل وبذا تحتل المركز الأول في احتياطي النفط في العالم. وبمقارنة احتياطي النفط لدول النفط الرئيسة في حوض الترسيب العربي الكبير بمخزون دول العالم الأخرى يتضح أن الخمس دول الأولى هي من دول حوض الترسيب العربي الكبير. فبجانب المملكة العربية السعودية يأتي العراق في المركز الثاني وتليه الإمارات العربية ثم الكويت وبعدها إيران في المركز الخامس .

يعد وجود النفط بهذه الكميات الهائلة في منطقة حوض الترسيب العربي الكبير حالة نادرة وفريدة مما شغل بال علماء الأرض المهتمين بالنفط قبل غيرهم في تفسير هذه الظاهرة . وحقيقة الأمر أن مجموعة من العوامل تضافرت وبشكل يكاد أن يكون إستثنائياً وليس له مثيل في أي مكان آخر في العالم على تكوين النفط ثم تجميعه وأخيراً حبسه في مكامنه .

لقد تعاقبت عوامل جيولوجية مختلفة ترسيبية وبيئية وبنائية، عبر الزمن الجيولوجي على إثراء حوض الترسيب بكل مستلزمات تكون النفط وحفظه ، تتلخص هذه العوامل في الآتي: -

● إستمرار الترسيب في هذا الحوض، عموماً في ظروف هادئة بنائياً ولفترة جيولوجية طويلة إمتدت عبر مئات الملايين من السنين، منذ أوائل حقب الحياة القديمة حتى العصر الحديث .

● تعاقب ترسيب الصخور الغنية بالمواد العضوية (الصخور المولدة) كالطفال في مختلف بيئات الترسيب البحرية والمستنقعات والشواطيء والدلتا وغيرها، مع ترسيب طبقات سميكة من الصخور ذات المسامية والنفاذية المناسبتين (صخور المكمن) والتي تتكون في معظمها من أحجار الرمل والجير. وكذلك ترسيب طبقات من الصخور عديمة النفاذية (صخور المحبس) كالمتبخرات والطفال .

هيأ هذا التعاقب الدوري للترسيب أفضل الظروف لتكوين النفط ثم هجرته إلى صخور المكمن وحفظه تحت الصخور الصماء ، وذلك ضمن إطار جيولوجي دوري متعدد .

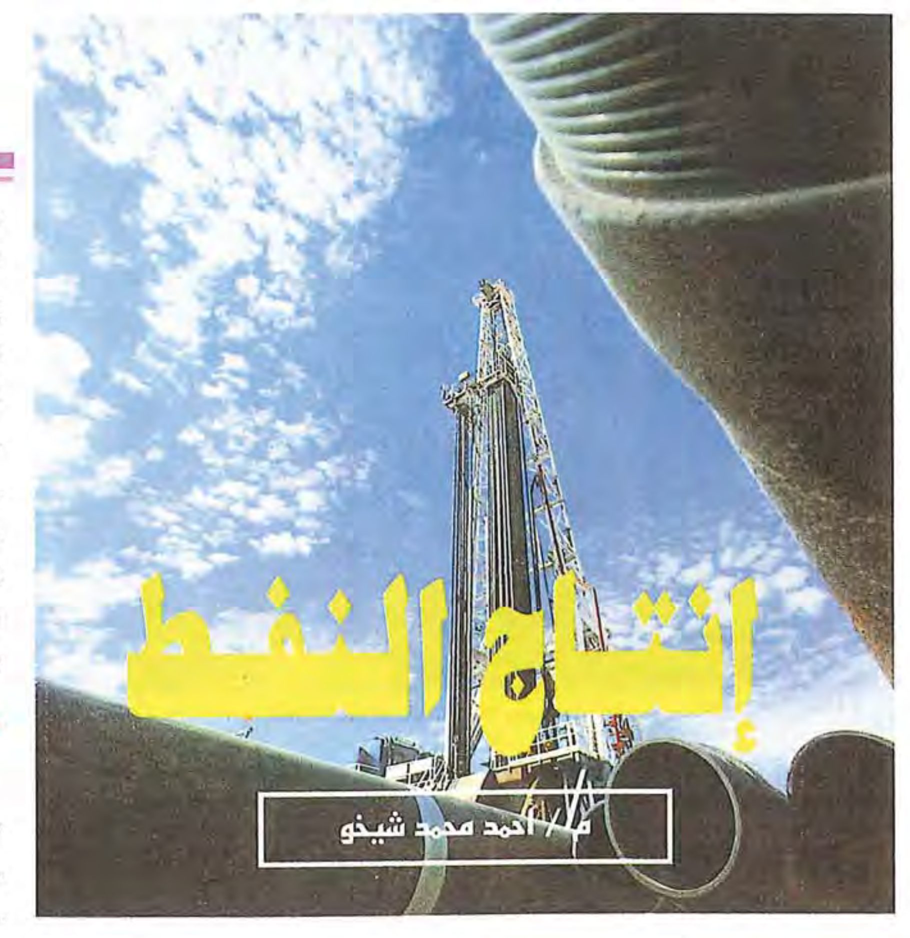
● تكوُّن المصائد الطباقية بترسيب صخور ذات مسامية ونفاذية قريباً من الصخور المولدة للنفط مما هيأ الفرصة لحفظ النفط منذ بداية هجرته وتجمعه في هذه الصخور وحفظه حتى تم تكوين المصائد البنائية على هيئة طيات محدبة وقباب ، بسبب الحركات الأرضية ، وهجرة النفط إليها وملأه لمسامات مكامنها . وقد شكل توقيت تكوين المصائد البنائية في الوقت المناسب - عند تكوين النفط أو بعد تكونه مباشرة وهجرته - عاملاً مهماً في حفظ النفط وتجميعه في مصائد عظيمة إنتشرت على إمتداد الجانب الشرقي لحوض الترسيب العربي الكبير .

● ساعد عدم وجود الحركات الأرضية العنيفة وعدم تداخل الصخور النارية في التتابع الطبقي الرسوبي للمنطقة على إحتفاظ الصخور الرسوبية بخصائصها الطبيعية كالمسامية والنفاذية، وكذلك على إحتفاظ صخور المصدر - بما تحتويه من مواد عضوية وتماسك صخور المحبس - بخصائصها غير المنفذة .

السنة	النفط (مليون برميل)		الغاز (مليون برميل)	
	يومي	سنوي	سنوي	يومي
١٩٣٨(*)	,٠٠١٣٥٧	,٤٩١		
١٩٤٠	,٠١٤	٥,١		
١٩٥٠	,٥٤٦	١٩٩,٦		
١٩٦٠	١,٢٤٧	٤٥٦,٥		
١٩٦٢(**)	١,٥٢٠	٥٥٥,١	١,٠٠٣	١,٠
١٩٧٠	٣,٥٤٨	١٢٥٩,٣	,٠٥٢	١٩,٠
١٩٨٠	٩,٦٣١	٣٥٢٥,٠	,٣٦٩	١٣٥,١
١٩٩٠	٦,٢٥٨	٢٢٨٤,٠	,٥٣٣	١٩٤,٦

(*) بداية إنتاج النفط . (**) بداية إنتاج الغاز .

● جدول (٢) المعدل اليومي والسنوي لإنتاج النفط والغاز بالمملكة .



أدرك الانسان منذ اكتشاف النفط أهميته بالنسبة لنمط الحياة، وقد تميز النفط عن مصادر الطاقة الأخرى التي تم اكتشافها حتى الآن بسبب سهولة تداوله وتعدد المجالات التي يستخدم فيها.

يتكون النفط أساساً من مخاليط معقدة وغير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تراكيب جزيئية متنوعة وخواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

ويتكون النفط والغاز بسبب طمر مواد عضوية نباتية أو حيوانية أو كليهما ضمن صخور المصدر، وقد أدى تراكم الطبقات الرسوبية وغيرها إضافة إلى عوامل جيولوجية أخرى إلى إرتفاع درجات الحرارة والضغط أثرت على هذه المواد وحولتها تدريجيا بفعل عامل الزمن إلى هيدروكربونات (نفط وغاز). ونتيجة لحركة الماء في الطبقات الصخرية وتأثير الجاذبية الأرضية وخواص النفط والغاز، فإنها تهاجر من مناطق إلى أخرى، وتبقى أحيانا في مكانها وتستقر أخيراً في مصائد نفطية متعددة الأشكال والأحجام منها القباب والطيات المحدبة والتراكيب الأخرى التي تحتوي على الفوالق الأرضية.

مراحل ما قبل الإنتاج

تبدأ مرحلة ما قبل إنتاج النفط بتحديد المصائد المؤهلة لوجود النفط أو الغاز يعقبها تحديد المصائد ثم تحديد موقع البئر الإستكشافية لمعرفة ما إذا كان هناك نفط أو غاز في هذه المصائد أم لا. يعد الحفر الوسيلة الوحيدة التي يتم بموجبها التأكد من وجود النفط أو عدمه، وهنا تكمن أهمية الدقة في إختيار موقع الحفر خاصة الآبار الاستكشافية والتقويمية، ولما كان الحفر يعطي فكرة عن محتويات المصائد النفطية فإنه كذلك يعطي فكرة عن التتابع الطبقي للمقاطع الصخرية التي يتم اختراقها أثناء الحفر وصفاتها وإمتدادها الأفقي وسمكها، إضافة إلى ذلك فهي ترشد إلى المواقع المناسبة للأبار الأخرى حتى في حالة عدم العثور على مواد هيدروكربونية فيها، وذلك من خلال تحليل المعلومات المستقاة من حفرها، كما أن هذه الأبار تزودنا بتوقعات عن حجم النفط المخزون في البئر وإنتاجية كل بئر على حدة ونسبة الإستخلاص الأولية المتوقعة، وبالتالي تحديد الجدوى الإقتصادية والفنية للحقل المكتشف.

● الحفر

نظرا لطبيعة مكامن النفط والغاز وتواجدهما في صخور القشرة الأرضية وعلى أعماق مختلفة قد تتجاوز العشرة كيلو مترات تحت سطح الأرض، فلابد من إيجاد منفذ للوصول إليها وإستخراج النفط منها، ويتم ذلك بحفر الآبار.

وقبل الشروع في حفر البئر يتم وضع برنامج يشمل ما يلي :-

* تحديد موقع البئر والغرض من حفره (استكشافية تقويمية، تحديدية، تطويرية).
* الطبقات الأرضية المتوقع إختراقها أثناء الحفر وعمقها وسمكها التقريبي.
* أقطار وأطوال مقاطع الحفر.
* أنابيب التبطين التي يتم إنزالها عند الإنتهاء من حفر كل مقطع ونوع إختيار الضغط الذي يجري عليها للتأكد من عزل الطبقات كاملة، شكل (١).
* كميات ومواصفات الأسمنت المستعمل لتثبيت أنابيب التبطين.
* نوعية طين الحفر المستعمل في كل مقطع.
* أنواع المجسات التي يجب القيام بها (كهربائية إشعاعية، صوتية، حرارية) وذلك لمعرفة خواص الطبقات وتقويمها.
* المقاطع التي يتم إختبارها وأخذ العينات

منها ومن اللباب والسوائل .

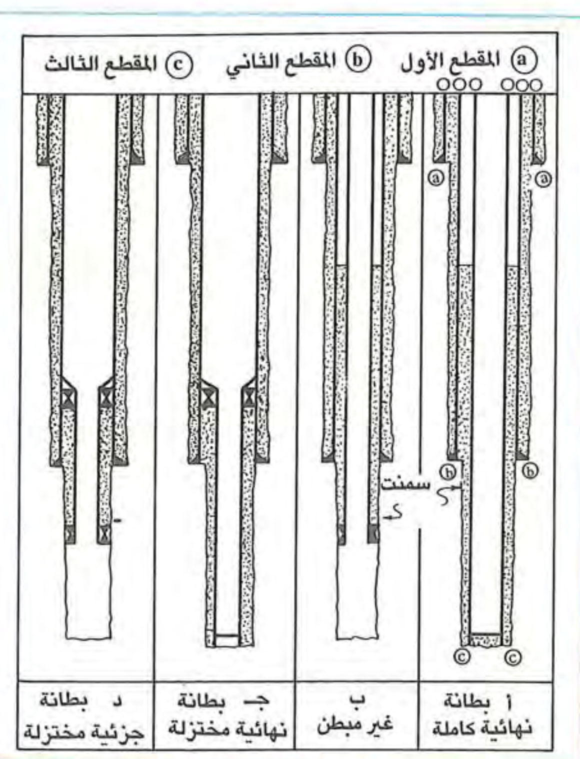
* أنواع مانعات الإنفجار والمعدات الرأسية الأخرى التي يتم نصبها على فوهة البئر للسيطرة على الإنفجار بصورة خاصة والبئر بصورة عامة.

* الطريقة المتوقعة لإكمال البئر .

تحفر البئر عادة بحيث يبلغ قطرها عند السطح ٣٠ بوصة ثم يتناقص قطرها تدريجيا كلما تعمقنا إلى أسفل ليصل إلى حوالى ٤ بوصات عند قاع البئر ، ويعتمد تناقص قطر البئر حسب طبيعة المنطقة التي يتم الحفر فيها وعمق المكمن .

تتعدد أنواع الحفر وطرقها حسب طبيعة المناطق المراد الحفر فيها إلى عدة أنواع منها مايلي :ـ

● **الحفر بالدق :** ويمتاز بالبساطة وفيه يتم تفتيت الصخور وحفر البئر برفع وإسقاط عمود الحفر والدقاقة المرتبطة به ، ويتم إخراج الفتات من الحفرة بين الحين والآخر بإنزال وعاء معلق بسلك حديدي ، إلا أن هذه العملية تحتاج إلى وقت طويل بالإضافة إلى المخاطر التي قد يتعرض لها العاملون أثناء الحفر في حالة وصول البئر إلى طبقة نفطية أو غازية ذات ضغط عال يصعب السيطرة عليه ، وذلك راجع لكون الطبقات التي يتم حفرها تبقى مكشوفة بدون وجود ضغط يعادل ضغوط الموائع فيها .



● شكل (١) حفر مقاطع البئر.

● **الحفر الدوراني :** ويتم فيه تفتيت الصخور بدوران الدقاقة مع عمود الحفر المرتبطة به ، ونتيجة للثقل المسلط على الدقاقة من قِبَل الأنابيب الثقيلة التي تشكِّل جزءا من عمود الحفر يتم التخلص من فتات الصخور عن طريق ضخ الطين معين (طين الحفر) في أنابيب الحفر بوساطة مضخات على السطح ، وبذلك يخرج الطين المضخ محملا بفتات الصخور من البئر عن طريق الفراغ الموجود بين الأنابيب وجدار الحفر ، بعدها يتم فصل فتات الصخور المحفورة من الطين وإعادة تدويره مرة أخرى .

وبالإضافة إلى فائدة الطين في التخلص من فتات الصخور فإن له فوائد أخرى تتمثل في الآتى : ـ

* تبريد الدقاقة وعمود الحفر .

* تسليط ضغط على جانبي الحفرة لمنع إنهيار الجدران بتكون طبقة طينية عليها .

* منع السوائل المكمنية (النفط ، الغاز ، الماء) من الخروج إلى الحفرة أثناء عملية الحفر والقيام بالعمليات الأخري ، وبالتالي المساعدة على منع إنفجار البئر .

بعد الانتهاء من حفر كل مقطع تتم عملية تنظيف وتدوير البئر ودراسة خواصه الطباقية وتقويمها عن طريق أجهزة الجس الكهربائي .

● إحدى أجهزة الحفر في منطقة مغمورة .

● التبطين

يلي عملية الحفر إجراء عملية تبطين الآبار التي أوضحت عمليات الكشف والإختبارات الأخرى أنها آبار منتجة للنفط وتتم هذه العملية بإنزال أنابيب في البئر المحفور وتثبيتها بالأسمنت . وتختلف أعداد أعمدة التبطين حسب طبيعة الطبقات التى يتم إختراقها وحسب الحالة والحاجة ومساحة الحقول النفطية . ومن أنواع أعمدة التبطين ما يلي : ـ

● عمــود سطحي لحمايـــة الماء العـــذب بصورة رئيسة .

● عمود أوســط لمنع الردم وبالتـالي تسهيل عمليات الحفر.

● عمـود إنتـاج وهـو الجزء الـذي يتم من خلالـه إكمال البئر وإنتـاجها . والسيطـرة عليها.

وتتمثل أهمية وفـوائد أنابيب التبطين في الآتي : -

* منع ردم جدران الحفرة وإنسدادها.

* منع إختـلاط المياه العـذبـة بـالـرمـال العلوية.

* منع إختــــلاط الماء مع النفـط المنتج في الطبقات الحاملة له .

* تحديد الإنتـاج من فوهــة البئر بوســاطة خانق الإنتاج.

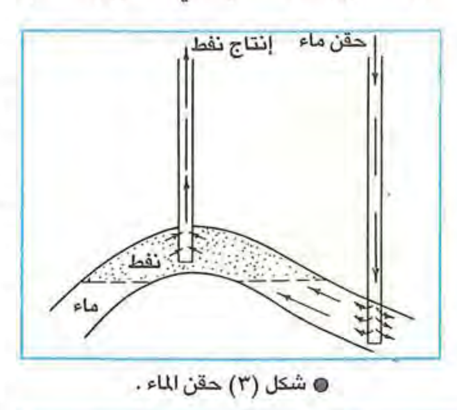
* توفير الوسيلة للسيطرة على الضغط .

* تـوفير عمليات تـركيب المعدات تحت سطح الأرض في حـالــة القيـام بعمليـات الرفع بـالغاز (الإزاحة بالغـاز) للمساعدة على الإنتـاج .

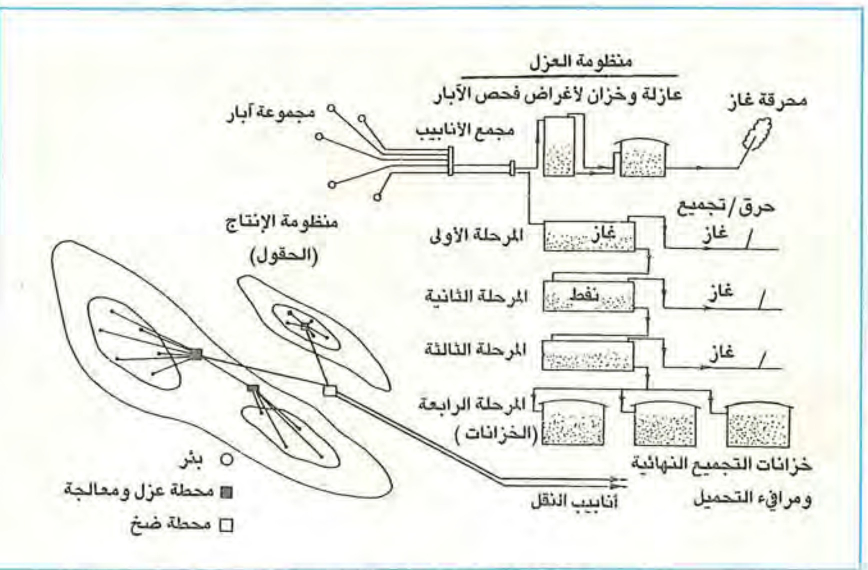
تلي عملية التثبيت ، إجراء إختبار أنابيب التبطين عن طريق تعريضها لضغط مناسب يتم حسابـه مسبقاً للتأكد من صــلاحيتها ، وبعد الإنتهـاء من ذلك يتم تركيب مجمـوعة رأس البئر ومـانعات الإنفجار وإختبـارها ، ومن ثم حفــر المقـاطع الـلاحقـــة بإتبـاع الخطوات المذكورة سابقا ، بعدها يتم تثقيب الإجــزاء المحـــددة لأنابيــب التبطـــين في عمـود الإنتـاج والسماح للبئــر بـالإنتـاج وتقدير إنتاجيتـه .

مراحــل الإنتـــــاج

تبــــدأ مرحلة الإنتاج بتركيب مجموعة متفـرعة من الصمامـات والتوصيـلات على فوهــة البئر المبطنـة و التي تسمح بالتحكم الكـامل في إنتــاج البئـر ، شكل (٢) ، ويتم تـدفق النفط من الطبقـة الحاملة إلى فـوهـة البئر على النحو التالي : -



● شكل (٣) حقن الماء .



● شكل (٢) منظومتي الإنتاج والعزل .

● الإنتاج الأولي

الإنتـاج الأولي (Primary Recovery) هـو إنتــاج النفط من الآبـار في المراحل الأوليـة بقوته الذاتية (المكمنية) الكامنة في المستودع نفسه ، ومن أجل هذا يجب أن تكـون الطاقة اللازمة لـدفع النفط من المكمن إلى البئر أكبر من مجمـوع طاقات التماسـك بين الصخور والسوائل الموجـودة في مسامـاتها ، وفي هذه الحالـة تكـون القـوة المؤثـرة على النفــط لينـدفع إلى الخارج أكبر من مجمـوع القـوة القـادرة على دفع عامـود النفـط إلى أعلــى إضـافة إلى القـوة المقـاومـة للشد التثـاقلي (Gravitational Pull) ، وهكــذا نــرى أن الطـاقة المكمنيـة عندمـا تكون ضئيلـة فإن الضغط في المكمن يبـدأ في الإنخفاض الحاد ، ومع الإستمـرار في إنتاج النفـط يبدأ معـدل الإنتـاج نفســه في الهبوط ، وتنتهي مـرحلـة الإنتـاج الأولى عنـدمـا تتنـاقص الطـاقـة الطبيعية (Natural Energy) للمكمن إلى الحد الـذي يتوقف عنـده الإنتاج أو عنـدما يفقـد الإنتاج جدواه الإقتصادية .

وقد أشـارت دراسات سـابقة أن كميـة النفط المنتج لأغلب الآبــار في العـالم خـلال مـرحلة الإنتـاج الأولى لا تتجـاوز ١٥٪ من كميـة النفـط المتـوفـر في المكمن ، ونظـــراً لتطـــور تقنية إنتـاج النفـط فـــي الوقت الحاضــر فقــد أصبــح بـالإمكـان زيـادة الإنتــاج إلى حوالي ٣٠٪ .

● الإنتاج الثانوي

الإنتاج الثانوي (Secondary Recovery) هو رفع ضغط المكمن عـن طريق حقن الماء ، شكل (٣) ، أو الغاز أو الإثنين معـا بصورة متبادلة ، وتبـدأ عملية الإنتاج الثانـوي بعد

أن تفشل عملية الإنتاج الأولى بسبب تدني الطاقة الطبعية للمكمن بنسبة كبيرة .

وتهدف عملية الإنتاج الثانوي إلى زيادة ضغط المكمن حتى يسمح بإندفاع النفط إلى أعلاووصوله إلى سطح الأرض .

● الإنتاج الثالثي

يقصد بعملية الإنتاج الثالثي (Tertiary Recovery) إزاحة النفط من مكامنه إما بعملية الإزاحة المتجانسة وإما بعملية الإزاحة الحرارية .

* **الإزاحة المتجانسة** : يتم في هذه العملية حقن المكامن النفطية بالغازات أو السوائل الهيدروكربونية ، أو بالغازات غير الهيدروكربونية وقد بدأ العمل بهذه الطريقة في منتصف السبعينيات حيث كانت أهم الغازات المستخدمة للإزاحة غاز ثاني أكسيد الكربون ، الغاز المسال ، الغاز الغني بالمركبات ، الغاز غير الغني بالمركبات إضافة إلى المنتجات النفطية . وبالرغم من إستخدام الإزاحة المتجانسة لأكثر من ثلاثين عاماً إلا أنها لم تنتشر على نطاق واسع ، وذلك بسبب ظهور العديد من المشكلات أثناء التطبيق الحقلي ، وتكاليفها الباهظة (لإستخدامها المنتجات البترولية) . وقد أوضحت العديد من التجارب التي أجريت على هذه الطريقة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبحر الشمال وفرنسا وكذلك في الجماهيرية الليبية والجزائر ، أن الجدوى الإقتصادية لهذه الطريقة لم تتجاوز ١٤٪ من مجموع التجارب الكلية.

* **الإزاحة الحرارية** : يشمل إستخدام الإزاحة الحرارية الإستخدام المتقطع والمستمر لبخار الماء شكل (٤) ، و الحرق الموضعي بنوعيه الجاف والرطب ، شكل (٥) . وقد ساهمت هذه الطريقة في إنتاج أكثر من ٦٠٪ من النفط المنتج بوساطة الإنتاج الثالثي .

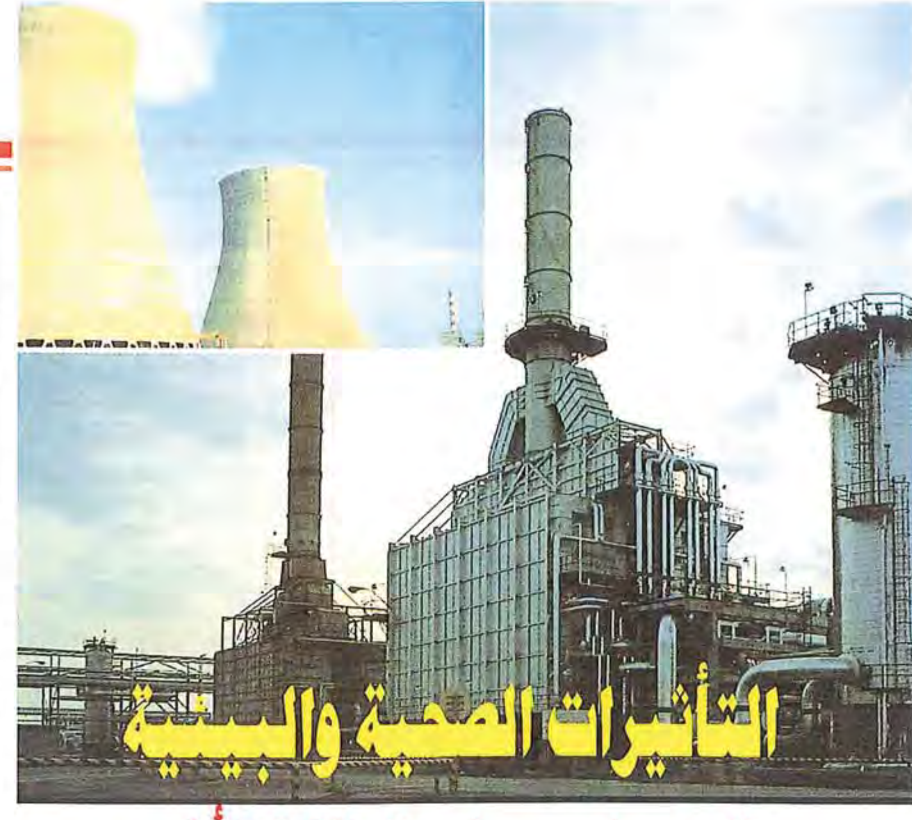
تعد طريقة الإستخدام المتقطع للبخار من أكثر الطرق إستعمالا ، وتتجاوز كمية النفط المنتج بواسطتها في كل من مكامن كاليفورنيا ورومانيا وكندا وفنزويلا وبعض الأجزاء الأخرى من أمريكا اللاتينية ، أكثر من نصف مليون برميل يومياً .

معالجة النفط

بعد وصول النفط إلى السطح ينقل إلى محطات عزل الغاز بوساطة أنابيب الجريان حيث يتم عزل الغاز والماء عن النفط في عازلات خاصة عبارة عن إسطوانات عمودية أو أفقية تحتوي على حواجز متعددة لعزل الغاز عن النفط والماء ليتم تجميعه والاستفادة منه في الصناعات البتروكيميائية . أما النفط المعزول فإنه يجمع في صهاريج الخزن ومن ثم يضخ إلى المصافي أو مرافق التحميل عبر الأنابيب .

● شكل (٤) رسم تخطيطي للغمر بالبخار .

● شكل (٥) الإحتراق الجاف والرطب .



التأثيرات الصحية والبيئية للبترول ومصادر الطاقة الأخرى

د . محمد فاروق أحمد

تتزايد حاجة العالم للطاقة وتسعى الدول إلى توفير مصادرها لمواجهة الطلب المتنامي عليها . ومنذ الستينيات إرتفع الإستهلاك العالمي للطاقة إرتفاعاً ملحوظاً بسبب تزايد معدل النمو الإقتصادي والسكاني للمجتمع الدولي ، ويقدر مجلس الطاقة العالمي إحتياجات العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ بمقدار ١٠٢٥٩ مليار طن معادل ليقفز إلى ١٣٥٢٥ مليار طن معادل عام ٢٠٢٠ م .

يستعرض شكل (١) كيفية نمو الإستهلاك العالمي للطاقة بين عامي ١٩٦٥، ١٩٨٩م في أقاليم العالم الثلاث وهي دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية ، ودول ما كان يعرف بالاتحاد السوفيتي وأوربا الشرقية ودول العالم النامية .

تتغير مصادر الطاقة المستخدمة فى العالم تبعا لتواجدها ولعوامل أخرى كثيرة . فبعد أن كان الفحم هو المصدر الأساس للطاقة حتى الستينيات أصبح النفط الآن المساهم الأكبر في الطاقة على المستوى العالمي . ومن مصادر الطاقة الرئيسة فى عالمنا المعاصر هى النفط والفحم والغاز الطبيعي والطاقة المائية (طاقة

المصدر	الإسهام في الطاقة العالمية (٪)	
	عام ١٩٦٠ م	عام ١٩٨٩م
فحم	٤٧	٢٨
نفط	٣٤	٣٨
غاز طبيعي	١٣	٢١
مائية	٦	٧
نووية	-	٦

● جدول (١) إسهام المصادر المختلفة في توليد الطاقة .

مساقط المياه) والطاقة النووية . ويبين جدول (١) إسهام هذه المصادر الخمس فى توليد الطاقة على المستوى العالمي في عامى ١٩٦٠ ، ١٩٨٩ ، أما مصادر الطاقة الأخرى والمعروفة باسم الطاقة الجديدة والمتجددة فلم تتجاوز نسبة إسهامها فى الطاقة العالمية ١٪ حيث أن كفاءة توليد الطاقة من هذه المصادر مازالت محدودة فضلا عن تكاليفها الإقتصادية الباهظة . ومن أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة الطاقة الشمسية التى تحول أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الفوتوفولتية أو تستغل أشعة الشمس في التسخين المباشر أو تستغل حرارة الأرض أو فرق درجات الحرارة بين المياه السطحية للمحيطات ومياه الأعماق في توليد الكهرباء . كذلك تمثل طاقة المد والجزر وطاقة الموج البحري وطاقة الرياح

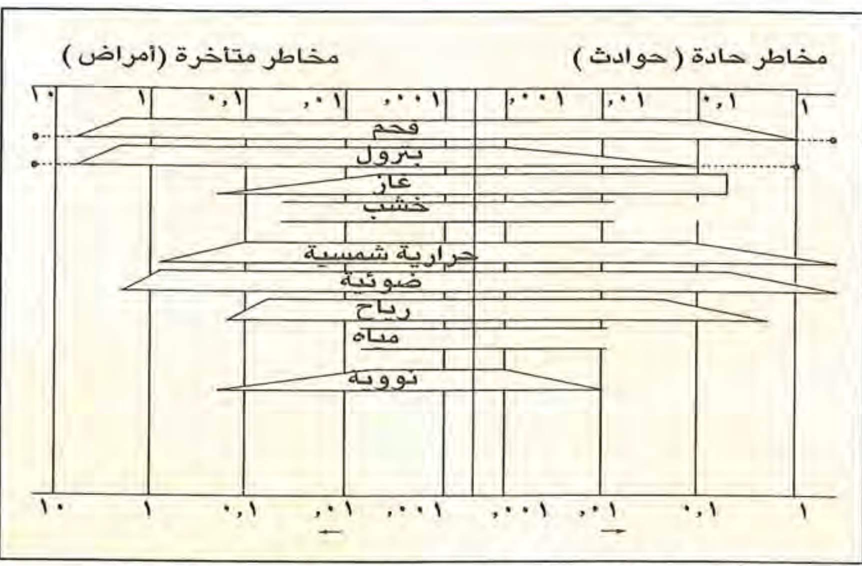
مليار طن معادل نفط

٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

١٩٦٥ ١٩٧٠ ١٩٧٥ ١٩٨٠ ١٩٨٥ ١٩٨٩

دول منظمة للتعاون الإقتصادي والتنمية . — دول ماعرف بالاتحاد السوفيتي وأوربا الشرقية . — الدول النامية .

● شكل (١) نمو استهلاك الطاقة في العالم (١٩٦٥-١٩٨٩م) .



● شكل (٢) مخاطر الوفيات المهنية من المصادر المختلفة للطاقة .

مصادر متجددة للطاقة .

ينجم عن مصادر الطاقة الرئيسة تأثيرات سلبية على الإنسان والبيئة . وقد ترتب على تنامي الوعى البيئي البحث عن أفضل الأساليب لخفض التأثيرات البيئية السلبية لكافة مصادر الطاقة . وإهتمت الدوائر المعنية بالبيئة وحمايتها في العالم أجمع بدراسة وتقويم كافة أنواع المخاطر المترتبة على إستخدام المصادر المختلفة للطاقة وأجرت المقارنات بين تأثيراتها الصحية والبيئية . وبرز إلى الوجود منذ بداية السبعينيات التقويم المقارن لمصادر الطاقة ، ولعب هذا التقويم دورا متزايد الأهمية في تخطيط مستقبل الطاقة وفي تزويد صانعي القرار بالمعلومات والمعطيات اللازمة لتوجيه وصياغة قراراتهم .

ويتطلب التقويم المقارن للمخاطر الصحية والبيئية لمصادر الطاقة ، وعلى رأسها النفط ، توفر مجموعة متجانسة من المعايير المحددة للمصادر الخاضعة للمقارنة فضلا عن ضرورة تنفيذ تحليل كمي ونوعي لمخاطر كل مصدر من مصادر الطاقة ، بإستخدام وحدة معيارية . وقد اتُفِقَ بهذا الخصوص على استخدام وحدة الجيجا واط (ألف مليون واط) من الكهرباء المولدة في سنة واحدة من مصادر الطاقة المختلفة أساسا للمقارنة .

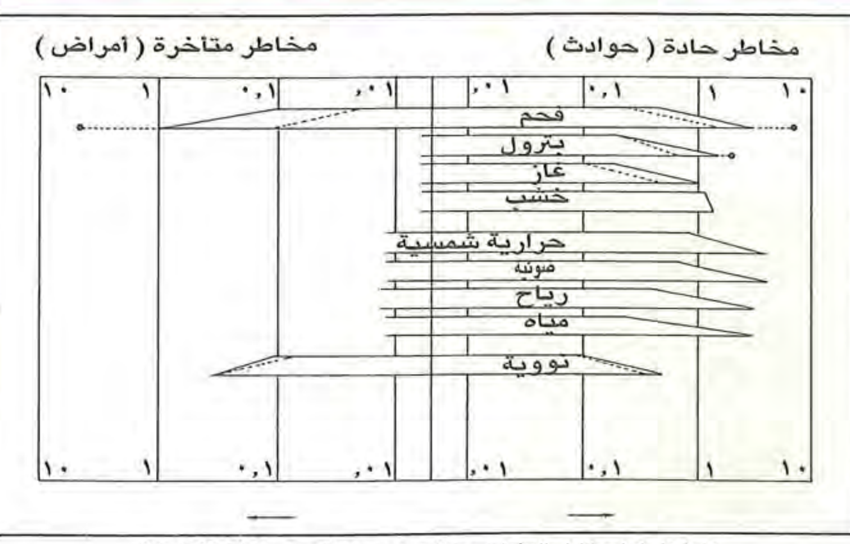
وللحكم بموضوعية وإلتزام الحياد التام عند إجراء التقويم المقارن للمخاطر الصحية والبيئية لمصادر الطاقة المختلفة يجب أن تدرس مخاطر الدورة الكاملة لكل مصدر بدءً من عمليات البحث والتنقيب ومرورا بالإستخراج والنقل ثم بالإستخدام وانتهاءً بالمخلفات والنفايات المتولدة عن ذلك المصدر .

كذلك يجب ألا تقتصر المقارنات على التأثيرات المعروفة وإنما يجب أن تتسع لتشمل جميع التأثيرات المحسوسة وتلك التى يحتمل حدوثها . وللحقيقة فإنه يجب القول بأن هناك كثيرا من المصاعب التي تكتنف التقويم المقارن نظراً لإختلاف المعايير المطبقة بإختلاف الأطر التقنية والإقتصادية والإجتماعية في المناطق المختلفة ، ولأن جزءً كبيراً من مصادر الطاقة لا يتحول إلى كهرباء وإنما يستخدم كمصدر مباشر للطاقة مثلما يحدث في قطاع النقل ، وفي جميع الحالات يجب تضمين كافة المخاطر المرتبطة بالمصدر كتلك المخاطر الناجمة عن التشغيل الروتيني أو التى تنتج عن الحوادث الصغيرة والعنيفة ، كما يجب أن تتضمن المخاطر جميع التأثيرات المهنية التي يتعرض لها العاملون المهنيون في جميع حلقات الدورة ، والتأثيرات الواقعة على عامة الجمهور بما فيها مخاطر الوفيات والإصابات بالأمراض المختلفة ، كذلك يجب إدراج المخاطر العاجلة والآجلة التى قد لا تظهر إلا بعد سنوات طويلة قد تمتد لعشرات بل ربما لمئات السنين ، وكذلك المخاطر المحلية والإقليمية والعالمية .

التأثيرات الصحية

تتمثل التأثيرات الصحية لمصادر الطاقة في حدوث وفيات مباشرة وعاجلة ، تنتج عن حوادث في أي من حلقات دورة المصدر المعين كالإستخراج أو النقل أو الإستخدام وأخيرا عن النفايات المتخلفة من هذا المصدر ، وفي وفيات آجلة وغير مباشرة تمت عن تعرض لأي من حلقات المصدر المعين بشكل مزمن يؤدي إلى حدوث الوفاة بعد فترة قد تمتد لعشرات السنين . كذلك تتضمن التأثيرات الصحية ، حالات المرض المزمن والعجز الناتج عن الحوادث أو عن التعرض المزمن وغير المباشر لحلقات المصدر المختلفة .

ويتم تقويم المخاطر الصحية بالنسبة للعاملين المهنيين أو لعموم الجمهور بإستقراء التأثيرات من خلال دراسات أجريت عند مستويات كبيرة من التعرض وإستخدام نماذج رياضية لهذا الإستقراء . ويفترض وجود علاقة خطية دائما بين الجرعة الكيميائية أو الإشعاعية وبين التأثير . الجدير بالذكر أن بعض القيم الخاصة بالحوادث والضحايا قيم مؤكدة وموثقة إلا أن هناك بعض القيم الواردة في تقويم التأثيرات الصحية تقوم على فرضيات مثل إطلاقات الكبريت عند إحراق الفحم أو النفط . ويتم التعبير عن المخاطر لمصادر الطاقة المختلفة بعدد حالات الوفيات



● شكل (٣) مخاطر الوفيات بين الجمهور من المصادر المختلفة للطاقة .

الناجمة عن كل جيجا واط سنة من الكهرباء المولدة من المصادر المختلفة .

وهناك آثار صحية غير مباشرة يجب تضمينها ضمن التأثيرات الصحية مثل التأثيرات المرتبطة بترسب الأحماض وزيادة بعض العناصر الثقيلة في الماء والتربة والنبات مثل ترسب الزئبق في المياه الحمضية وتجمعه في الأسماك التي يتغذى عليها الإنسان .

وللمقارنة بين المخاطر الصحية لمصادر الطاقة المختلفة بأسلوب ميسر وذلك للمهنين وعموم الجمهور ، شكلي (٢) و (٣) ، نورد ما يلي : -

الفحـــم

تتمثل المخاطر الصحية المهنية لدورة الفحم في الآتي : -

* حوادث مميتة بسبب إنهيار مناجم الفحم .

* أمراض عمال المناجم بسبب التعرض للغبار متمثلة في أمراض الرئة والإلتهابات الشعبية وضيق الأوعية الدموية وغيرها .

* الوفيات والإصابات بسبب نقل الفحم بطرق النقل المختلفة .

* إصابات العاملين في المحطات العاملة بالفحم لأمراض الجهاز التنفسي بسبب غبار الفحم والأسبستس والمواد الأخرى .

أما المخاطر التي يتعرض لها عموم الجمهور فتتمثل في عدد من التأثيرات يمكن إيجازها في الآتي : -

* مخاطر ناتجة عن إنبعاث ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون .

* المخاطر الناتجة عن تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية التي يستخدمها الجمهور .

* المخاطر الناتجة عن نفايات الفحم المتكونة بأحجام كبيرة .

النفـــط

تتمثل المخاطر الصحية المهنية للعاملين في مجال النفط في مجموعة آثار منها ما يلي : -

* حوادث مميتة أثناء عمليات الإستخراج .

* أمراض ناتجة عن التعرض للغازات العضوية مثل البنزين والكربوهيدرات الفطرية متعددة الحلقات .

* حوادث في معامل التكرير والمعالجة .

* حوادث النقل .

أما بالنسبة لمخاطر النفط على عموم الجمهور فتتمثل في : -

* أمراض الجهاز التنفسي بفعل التعرض للغازات العضوية والكربوهيدرات العضوية .

* ضحايا حوادث نقل النفط من الجمهور .

* بعض التأثيرات الناتجة عن التخلص من بعض المخلفات الصلبة للبترول .

الغــاز الطبيعــي

تتمثل المخاطر الصحية لدورة الغاز الطبيعي على المستوى المهني في مخاطر محدودة للغاية عند مرحلة الإستخراج ، أما المخاطر بالنسبة للجمهور بسبب الغاز الطبيعي فتتمثل في : -

* مخاطر محدودة ناتجة عن إنبعاث أكاسيد النيتروجين وهي مخاطر ضعيفة بالمقارنة بمصادر الطاقة الأخرى خاصة الفحم .

* حوادث الحرائق والإنفجارات أثناء التخزين والنقل .

الوقــود النـــووي

تتمثل المخاطر المهنية الناتجة عن إستخدام الطاقة النووية في : -

* المخاطر المرتبطة بحوادث إستخراج الخامات النووية من باطن الأرض .

* مخاطر إصابة العاملين في مجال الإستخراج أو التصنيع أو تشغيل محطات القوى النووية بأمراض السرطان نتيجة لتعرضهم للإشعاع .

* مخاطر الحوادث النووية المرتبطة بتشغيل محطات القوى النووية ووحدات معالجة وتصنيع الوقود .

* مخاطر التعرض للإشعاع في المرحلة الأخيرة المرتبطة بإدارة النفايات المشعة .

أما بالنسبة لعموم الجمهور فتتمثل المخاطر الصحية للطاقة النووية في الآتي : -

المصـــدر	أخطار مهنية		أخطار الجمهور	
	فوريــة	آجلة	فوريــة	آجلة
الفحم (تحت الأرض)	٠,٤ ـ ٣,٢	٠,١٣ ـ ١,١	٠,١ ـ ١,١	٢,٠ ـ ٦,٠
نفط				
من الأرض	٠,٢٠ ـ ٠,٨٥	—	٠,٠٠١ ـ ٠,١	٢,٠ ـ ٦,٠
من الشاطىء	٠,٢٢ ـ ١,٣٥	—	٠,٠٠١ ـ ٠,١	٢,٠ ـ ٦,٠
غاز طبيعي				
من الأرض	٠,١٠ ـ ٠,٥٠	—	٠,٢	,٠٠٤ ـ ٠,٢
من الشاطىء	٠,١٧ ـ ١,٠٠	—	٠,٢	,٠٠٤ ـ ٠,٢
نووية				
مناجم أرضية	٠,٠٩ ـ ,٥٠	٠,١٣ ـ ٠,٣٧	,٠٠١ ـ ٠,٠١	٠,٠٠٥ ـ ٠,٢
مناجم سطحية	٠,٠٧ ـ ٠,٤٠	٢,٠٧ ٠,٣٣	—	—

جدول (٢) الوفيات بسبب مصادر الطاقة المختلفة عن كل جيجا واط سنة .

* التعـــرض لمستويات الإشعاع المنخفضة النـاتجة عن الإطلاقـات الـروتينية للمـواد المشعة من محطات القوى النووية ومصانع معالجة الوقود وإدارات النفايات المشعة .

* تعرضات عالية للإشعاع بسبب الحوادث النوويــة في أي من مرافـــق الصنـاعـات النوويـة .

الطاقـــة المائيـــة

تتمثل أهم الأخطار المهنية للطـاقة المائية في الحوادث الناتجة أثناء تشييـد المرفق . أما بـالنسبـة للمخـاطر التي يتكبـدهـا عمـوم الجمهور من الطاقة المائية فتتمثل في : ـ

* الإصـابـات النـاتجة عن أمـراض بسبب تغير البيئـــة ونمـــو بعض الطفيليـــات والحشرات كالبعوض الذي ينشر الملاريا .

* حـدوث فيضـانـات قـاتلة بسبب إنهيـار السدود والخزانات .

يبين جـدول (٢) مقـارنـة للمخـاطـر الصحيـة النـاجمة عن مصـادر الطـاقـة المختلفـة حيث يعــرض الجدول معــدل الوفيـات لكل جيجا واط كهـرباء سنـة من مختلف مصادر الطاقة . وتجدر الإشارة إلى أن هـذا الجدول لا يتضمن بعض الأخطـار الصحيـة الهامـــة مثل الأخطار المترتبة عن حوادث إنطلاق النويدات المشعة في الحوادث النـــوويـة أو من جـــراء إستخـــدام الفحم كمصدر للطاقة .

التأثيــرات البيئيـــة

تصنف المخاطـر البيئية لمصادر الطـاقة المختلفة على أساس مدى هذه المخاطر محلياً وإقليميـاً وعالميـاً ، كـذلك تصنف المخاطـر البيئية على أساس فترة ظهورها إلى تأثيرات قصيرة ومتوسطة وطـويلة الأجل ، ومن بين التأثـــيرات طـويلـــة الأجل تدمـــير البيئـة وغطاء التربـــة في بعض عمليات الإستخراج

المصـــدر	التأثيرات البيئية الأساس
الفحم	ـ تلوث المياه السطحية والجوفية . ـ إضطراب وتغيرات في إستخدام الأراضي وتخريب بعيد المدى للنظام البيئي ـ إنبعـاثـات من غـازات ثاني أكســيد الكـربـون وأكاسـيد الكبريت وأكـاسيد النيتروجين . ـ تلوث سـطـح التـربة بالغازات الثقيـلة وبمخلفـات الـرماد والخبـث وبكميات محدودة من المواد المشعة . ـ تغيــرات عاليـة في المنـاخ بسـبب إنبعـــاث ثاني أكسـيد الكـــربون والغازات الحابسة للحرارة . ـ زيـادة الحموضة في مياه الأمطـار وفي البحيرات وخسائر ماديـة نتيجة لترسب الأحماض . ـ تلوث البحار والمحيطات .
النفط	ـ تلوث البحار والشواطىء بسبب كميات النفط المتسربة . ـ إنبعاثات من غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين . ـ تلوث المياه السطحية والجوفية بالنفط . ـ تغير المناخ العالمي بسبب إنبعاث الغازات الحابسة للحرارة .
الغاز الطبيعي	ـ إنبعاثات من غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين . ـ تغير المناخ العالمي بسبب إنبعاث الغازات الحابسة للحرارة .
الطاقة المائية	ـ تلف الأراضي وتغيرات في المياه وفي الحياة البحرية . ـ اضطراب وتغيرات في إستخدام وتعديل في الترسيب . ـ تدمير سريع للأنظمة الإيكولوجية ونقص في تباين الأنواع . ـ تهجير للسكان .
الطاقة النووية	ـ تلوث سطح الأرض والمياه الجوفية بالملوثات المشعة بسبب التعدين . ـ إمكانيـــة تلوث الأرض والميـاه بالمـــواد المشـعة خـاصة عنـد وقوع الحوادث النووية . ـ تهجير السكان وتخريب النظم الإيكولوجية عند وقوع الحوادث . ـ تغيرات في إستخدام الأرض وتدمير لبعض النظم البيئية .

● جـدول (٣) : أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفـة .

لمصادر الطاقة من باطن الأرض وانقراض بعض الأجناس الأحيائية .

وتنتج غالبية التأثيرات البيئية من إنطلاق عدد كبير من المواد الكيميائية أو المشعة أو غيرها إلى البيئة ، تنتقل عبر مسالك لتصل إلى سطح التربة فتؤثر على الإنسان والحيوان ، ويتناسب مقدار ما يصل للإنسان أو للحيوان مع طبيعة هذه المسالك ومع قيمة الإنطلاقات .

وعموما تتضافر عدد من الصعوبات في إعاقة تقويم ومقارنة الآثار البيئية من مختلف مصادر الطاقة حيث لا يوجد مقياس موحد للمقارنات ، ويصعب فى حالات كثيرة تحديد الإرتباط بين ونوع التلف الحادث . وعلى سبيل المثال يمكن أن تكون التأثيرات التى تصيب أو تهلك أنواعا من الحيوانات أو النباتات تأثيرات مستديمة حتى لو كان الإضطراب البيئي الحادث إضطرابا مؤقتا . لهذا السبب ولأسباب أخرى كثيرة فإنه يصعب إجراء تقويم كمي للتأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة ، وسوف يُكتفى فى هذا الصدد بذكر أهم تلك التأثيرات لمصادر الطاقة المختلفة والتي يوجزها جدول (٣) .

هناك ثلاث فئات رئيسة للملوثات ، الأولى تتكون من غازات وجسيمات دقيقة تبقى عالقة بالهواء مدة طويلة ، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون ، وتأثير مثل هذه الغازات يكون عالميا . وتشمل الفئة الثانية جزيئات أو جسيمات ذات فترة بقاء أقصر مثل ثاني أكسيد الكبريت الذي يؤدي إلى الترسبات الحمضية ويكون تأثيره إقليميا أو قاريا . أما الفئة الثالثة فتتكون من الهيدروكربونات الثقيلة وتترسب عادة خلال ساعات محدودة ويكون تأثيرها محليا وفى حدود عدة مئات من الكيلو مترات .

مخاطر مصادر الطاقة

تتميز جميع مصادر الطاقة بمخاطر صحية وبيئية متفاوتة ، وفيما يلي مقارنة موجزة بين أهم مصادر الطاقة الخمس :-

● الفحم

يمثل الفحم من حيث المخاطر الصحية والبيئية أخطر مصادر الطاقة على الإطلاق حيث تتخلف عنه كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة الضارة بالإنسان والبيئة ، وتنطلق عند إحتراقه كميات ضخمة من الغازات الملوثة والحابسة للحرارة فضلا عن إنطلاق كميات من النويات المشعة الطبيعية تسهم في التلوث الإشعاعي للبيئة . كذلك تسهم الحوادث العنيفة الناتجة عن إستخراج واستخدام الفحم بأكبر نصيب فى معدل الوفيات لوحدة الطاقة بعد مصادر الطاقة المائية . ويبين جدول (٤) الوفيات بسبب الحوادث العنيفة من المصادر الخمس للطاقة خلال الفترة من عام ١٩٦٩ وحتى عام ١٩٨٦ .

● النفط

تنخفض المخلفات الصلبة والسائلة بالنسبة للنفط إنخفاضا هائلا يبلغ عدة آلاف من المرات مقارنة بالفحم . كذلك تنخفض كمية الغازات الحابسة للحرارة والمسببة للأمطار الحمضية والمنطلقة عن إحتراق النفط إنخفاضا كبيرا حيث ينخفض ثاني أكسيد الكربون المنطلق عن النفط لتوليد نفس الطاقة . وفضلا عن ذلك يتفوق النفط على نظيره الفحم لتوليد نفس الطاقة وكذلك المخاطر الصحية المهنية وعلى عموم الجمهور حيث تنخفض مخاطر النفط إنخفاضا ملحوظا ولا يتعدى إسهام الحوادث العنيفة الناجمة عن إستخدام النفط ثلث إسهام الفحم لتوليد نفس كمية الطاقة .

● الغاز الطبيعي

يتفوق الغاز الطبيعي على النفط من حيث قلة مخاطره الصحية والبيئية بسبب قلة المخلفات الصلبة والسائلة ومعدل إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين . وعلى الرغم من أن معدل

المصــدر	عدد الحوادث	عدد الوفيات من ـ إلى	إجمالي الوفيات الفورية	نسبة الوفيات إلى الطاقة المتولدة وفاة / جيجا واط سنة
فحم كوارث مناجم فقط	٦٢	١٠ ـ ٤٣٤	٣٦٠٠	٠,٣٤
نفط غرق سفن حريق مصفاه حوادث نقل	 ٦ ١٥ ٤٢	 ٦ـ ١٢٣ ٥ ـ ١٤٥ ٥ ـ ٥٠٠	 — ٤٥٠ ١٦٢٠	 — ٠,٠٢ ٠,٠٨
غاز طبيعي حريق / انفجار	٢٤	٦ ـ ٤٥٢	١٤٤٠	٠,١٧
طاقة مائية	٨	١١ ـ ٢٥٠٠	٣٨٣٩	١,٤١
طاقة نووية	١ (تشرنوبل)	٣١	٣١	٠,٠٣

● جدول (٤) الوفيات الفورية العالمية بسبب الحوادث العنيفة لمصادر الطاقة (١٩٦٩ حتى ١٩٨٦م) .

الأخطـار المهنيـة وأخطار عمـوم الجمهـور للغــاز الطبيعي أقل من المعــدل الخاص بنظيره النفط إلا أن معـدل الـوفيـات بسبب الأحـداث العنيفـة للغاز تتفـوق على المعـدل الخاص بالنفط .

● الطاقة المائية

تعـد الطاقـة المائيـة ومساقط الميـاه من أنظف مصادر الطاقة على الإطلاق من حيث تأثيراتها البيئيـة حيث لا يتـولـد عنهـا أيـة مخلفات صلبة أو سائلـة ولا تنطلق عنها أية غازات حابسة للحرارة أو مسببة للحموضة إلا أن المصـادر المائيـة تتميـز بأعلى معـدل للتأثيرات الصحيـة لعموم الجمهـور بسبب الحوادث العنيفـة النــاجمة عن إنهيــار السـدود. وبـالإضافـة إلى ذلك يتميـز هـذا المصـدر بإهـدار مسـاحـات شـاسعـة من الأرض ويغير نمط الحيـاة والنظـم البيئيـة عليها ، وقـد يؤدي إلى انقـراض أصناف من النبات والحيوان والأسماك .

● الطاقة النووية

تعد الطاقـة النووية من حيث التأثيرات البيئية العـاجلة قليلـة التأثير حيث لاينطلق عنها غازات ثاني أكسيد الكربون أو أكاسيد الكبريت والنيتروجين . إلا أنـه يتـولـد عنهـا كميـات محدودة من هـذه الغـازات نتيجـة عمليــات استخـــراج وتصنيع الوقـــود النـووي ، ويقترب معـدل الوفيـات النـاجم عنهـا مـن معـدل الغـــاز الطبيعي من حيث التأثيرات المهنيـة وعلى عموم الجمهـور يقل معـدل الـوفيـات عن الحوادث العنيفـة من الطاقـة النوويـة بالمقـارنة بجميـع المصادر الأخـرى . إلا أنـه يبقى تأثير هـام للطـاقـة النووية مازال خاضعا للتقويم وهو المخاطر الآجلة الناتجة عـن الحوادث العنيفة كحادث مفـاعل تشرنـوبل . كـذلك فإنـه ينبغي أن تدرج النفـايات المشعـة المتخلفة عن الطـاقة النـوويــة في الحسبـان ، لأنها تبقـي بعـد إستغلال الـوقود النـووي في توليـد الطاقـة لأكثر من ألف عـام ، كما أن التخلص منها ـ زيادة على تكلفته الباهظــة ـ قـد يتسبب فى إضرار بيئية وصحية .

المياه المصاحبة للنفط والتخلص منها

م / محمد عبد القادر الفقي

لم يكن المنتجـون الأوائل للنفط يدركون وجـود الماء والزيت معا في المكامن البترولية ، وفي الحقيقة ، لم يتم الإعتراف بوجـود المياه في مسام الصخور الحاملـة للنفط حتى عام ١٩٣٨م ، رغم الإشارة إليهـا في عام ١٩٢٨م بـوسـاطة العـالم تـورى (Tory) ، حيث كــان مقتنعــا بأن المكامـن النفطية تحتـوي على مياه تتنــاثـر في مســام التكـوينــات الصخريــة ، ومن المؤسف أن إعتقاد تـــوري هـذا قــد قـوبل وقتـــذاك بالرفض من قبل زملائه العاملين في جيولـوجيا البترول ، ذلك أن معظم الآبــار المنتجــة للنفط في ذلك الحين لم تكن تنتج مـاء عند الإنتهـاء من إكمالها ، وبعـد ذلك تعـرَّف كل من جــريسـوولــد (Griswold) و مَّنْ (Munn) على وجود مخاليط الـزيت والغـــاز مع الماء ، ولكنهما كـانــا يعتقـدان أن ثمــة إنفصــالا محددا للـــــزيت عـن الماء ، وأن مخاليط الـزيت والغـــاز والماء لا تـوجـد في الصخـور الـرمليــة قبل أن تخترق البئر المحفورة المكمن النفطي .

تم إنشـاء أول معمـل تجـاري لتحليـل عينات الصخور الإسطـوانية عام ١٩٢٨م ، وكانـت أول عينة إسطوانيـة يتم إختبـارها معمليـا هـــي تلك التي أخذت مـــن حقـــل برادفـورد (Bradford) بـولاية بنسلفـانيـا الأمريكية ، حيث تم تحديـد نسبة تشبع كل من الـزيت والماء ونسبة المساميـة ، وتمثيل ذلك بيانيـا مع العمق . وقد استنتـج توري من دراستــه لـلأمـلاح المعـدنيـة الـذائبـة المستخلصــة من هذه العينـة أن الماء يوجـد بصـــورة فطريـــة في الصخـــور الـرمليـة المنتجة للزيت .

كان مَّنْ أول من أدرك أن الميـاه الجوفية المتحـركـة قـد تكـون السبب الأول لهجـرة وتراكم الزيت والغـاز ، غير أن نظريته كانت تفتقر إلى بيـانات معملية تدعمهـا ، واستمر الحال إلى أن قـام ميلز (Mills) بإجراء عـدد من التجارب المعملية حـول تأثير حركة الماء والغـــاز على الموائع والـرمــال في المكــامن النفطية . وقد استنتج ميلـز أن هجرة الزيت والغاز وعلوهما فوق الماء تنجم عن عاملين ، هما : قـوة الـدفع التي تسبب طفـو الـزيت والغـاز فـوق الماء ، والتيارات المائيـة . وقـد تعـرضت هذه النظـرية حينـذاك لمناقشـات مستفيضـة من قبل كثيريـن من معـاصري ميلز ، ورفضها أغلبهم .

وقد أكدت الحســابات الحجمية التي تم إجراؤها لمعـرفة النواحي الهنـدسية المتعلقة بحقن المياه في حقل بـرادفورد وجـود المياه بوجـه عام في الفراغـات المسامية الواقعــــة بين حبيبـــات الصخـور الرمليـة . وقــــد وفر جـاريسون (Garrison) وسيلثويـــس (Schilthuis) معلـومـــات تفصيليـة حـــول توزيع الميـاه والزيت في الصخور المســامية وحـول أصل ووجـود المياه الفطـريـة كما قـدَّما معلـومـات حـول العلاقـة بين تشبع الصخـور المحتـويـة على النفط بـالماء وبين نفاذية التكوين الصخري للمكمن النفطي .

أصل المياه المصاحبة للنفط

تتكـون الصخور الـرسـوبية الحاملـة للنفط من رواسـب طبــاقيـــة تكـــونت في المحيـطــات والبحـار والبحيرات والأنهار ،

وعليه فمن الطبيعي أن تكون هذه الرواسب مليئة بالمياه، وستظل هذه المياه في تلك الرواسب إلى ما شاء الله.

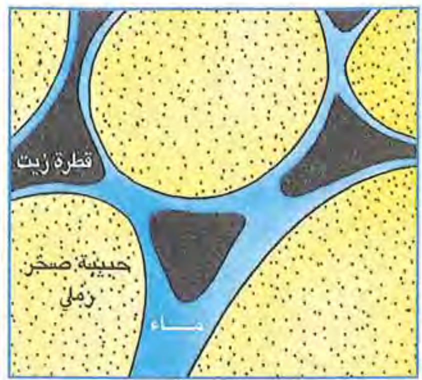
ووفقا لنظرية النشأة العضوية للنفط فإن الكثير من الطبقات الرسوبية السميكة ترسبت في بيئات بحرية. لذا فإن المياه الأصلية المصاحبة للنفط في مثل هذه الرواسب تعد مياها بحرية، أما رواسب البحيرات والأنهار القديمة فإنها تحتوى على مياه أقل في بداية ترسبها. ولكن مع تعاقب السنين ووقوع الأحداث التكتونية، إضافة إلى غمر البحار والمحيطات لهذه الرواسب وإنحسارها عنها، فإن هذه الرواسب قد تعرضت آنذاك للمياه البحرية نتيجة لعملية الإرتشاح (Infiltration).

تتسبب الأحداث التكتونية التي تتعرض لها الطبقات الرسوبية في هجرة النفط من صخر المصدر (Source Rock) إلى صخر المكمن، ولما كان النفط (كالزيت والغاز) أقل كثافة من الماء، فإنه يطفو فوق كتلة الماء سواء أكانت فوق سطح الأرض أم تحته. وبناءً على هذا فإن المياه المصاحبة للنفط في المكامن تحت السطحية تسمى مياه حقول النفط.

من الصعب معرفة أصل المياه المصاحبة للنفط لأنها يمكن أن تكون قد وجدت معه في تواريخ مختلفة ومتباعدة. فقد تكون المياه موجودة أصلا داخل الصخور الرسوبية وفي هذه الحالة فإنها تعد مياها باطنية المنشأ (Endogenetic)، وقد تكون مياها إرتشحت من سطح الأرض أو نفذت مع تراكم الرواسب، وفي هذه الحالة فإنها تعد خارجية المنشأ (Exogenetic). ويمكن لهذين النوعين من المياه أن يلتقيا ويختلطا في الطبقات تحت السطحية، ومن ثم فإن الخليط قد يحتوي على مياه ناشئة من مصدرين مختلفين، وبوجه عام يمكن القول أن مياه البحر تمثل أغلب المياه الموجودة في الطبقات الرسوبية.

المياه المصاحبة للنفط

يوجد الماء المصاحب للنفط على عدد من الأشكال وذلك على النحو التالي: -



● شكل (١) حبيبات الصخر الرملي مغطاة بالمياه الفطرية وقطرات الزيت.

أولاً: مياه المكامن النفطية

يوجد الماء داخل المكامن النفطية في أربع صور هي: -

١ - المياه الفطرية

توجد هذه المياه في التكوين الصخري للمكمن منذ نشأته، ولما كان المكمن النفطي يوجد في طبقة صخرية رسوبية كانت تغمرها مياه البحر في الأزمنة القديمة، فإن بعض مياه البحر تظل محصورة بين حبيبات الصخور المكونة لهذه الطبقة. ويسمى هذا النوع من المياه بالمياه الفطرية (Connate Water)، شكل (١)، أو المياه المسامية (Interstitial) لأنها توجد بين فراغات الحبيبات المكونة لصخور المكمن النفطي.

٢ - مياه القاع

وهي المياه الموجودة تحت طبقة الزيت مباشرة في أي مكمن نفطي. وتعد مياه البحر التي كانت موجودة في الصخور الرسوبية المكونة للمكمن النفطي مصدرا لهذه المياه حيث تمت إزاحتها إلى قاع المكمن نتيجة لثقل وزنها النوعي مقارنة مع النفط.

٣ - مياه الحواف

وهي المياه التى توجد في حواف مكامن التراكمات النفطية نتيجة لتسرب المياه من سطح الأرض — مثل مياه الأمطار — حتى بلوغها تلك الحواف، وتعد هذه المياه المصدر الرئيس للضغوط الجوفية التي تدفع الزيت عبر البئر في المكامن ذات الدفع المائي(Water Drive).

٤ - مياه حقن الآبار

يساعد تنفيذ برامج حقن المياه على زيادة مقادير المياه المصاحبة للنفط إذ أنه مع استمرار عمليات الإنتاج فإن كثيراً من حقول النفط تنخفض فيها الطاقة الأولية التي ترفع الزيت إلى السطح إلى أقل المستويات لتصبح معدلات الإنتاج أقل مما كانت عليه في بداية المراحل الأولى من الإنتاج، لذا تستخدم طرق ثانوية لإستخلاص النفط من المكامن، ومن أكثر هذه الطرق شيوعا طريقة الإزاحة بالماء وفيها تضخ المياه خلال آبار خاصة إلى التكوينات الجيولوجية الحاملة للنفط لتدخل إلى المكمن النفطي من عدة نقاط خاصة من الأطراف، وتقوم المياه المحقونة بإزاحة النفط أمامها ودفعه إلى الآبار المنتجة. تستمر عمليتا إنتاج النفط وحقن المياه متلازمتين عادة إلى أن تصبح معظم الموائع (Fluids) المنتجة من الآبار النفطية هي الماء.

ثانياً: مياه النفط المنتج

توجد المياه المصاحبة للنفط الخارج من آبار الإنتاج في صورتين هما ماء حر (Free Water) حيث يكون في شكل قطرات أو مقادير مختلفة من الماء ترافق النفط المتدفق من الآبار، ومستحلب (Emulsion) كون في إحدى صورتين هما: -

١ - مستحلب الماء في الزيت

يعد مستحلب الماء في الزيت (Water in Oil Emulsion) أشهر أنواع المستحلبات الموجودة في النفط شيوعا، وتصل نسبته إلى نحو ٩٥٪ من نسبة المستحلب الموجود في معظم النفط الخام المنتج من الآبار، وفي هذا النوع من المستحلبات تكون قطرة الماء محاطة بغشاء رقيق مكون من الماء والزيت وبعض المواد التى تساعد على تكوين المستحلب كالأسفلت أو المواد الغروية أو الأحماض العضوية التي تذوب في النفط.

٢ - مستحلب الزيت في الماء

تبلغ نسبة مستحلب الزيت في الماء (Oil in Water Emulsion) نحو ٥٪ من نسبة المستحلب الموجود في أغلب النفط الخام، وفيه تكون قطرة الزيت محاطة

بغلاف رقيق مكون من الماء ونسبة ضئيلة من الزيت وبعض المواد التي تساعد على تكوين المستحلب .

الجدير بالذكر أن المستحلب كلما كان أكثر إتزانا صعب فصل مكوناته ، أي صعب فصل قطرات الماء عن الزيت فيه ، ومن العوامل التي تجعل المستحلب أكثر إتزانا وثباتا ما يلي : -

- عدم امتزاج السائلين معا (الماء والنفط) .
- وجود عمليات تقليب كافية تجعل قطرات الماء تنتشر في الزيت أو العكس ، ونظرا لأن الزيت المنتج من الآبار يمر عادة عبر مجموعة كبيرة من الخطوط والأنابيب والوصلات والصمامات والمضخات ، فإن ذلك يساعد على تكوين المستحلب بإنتشار قطرات الماء في الزيت أو العكس .
- وجود مواد تساعد على تكوين المستحلب كبعض الحبيبات الصلبة الدقيقة مثل كبريتات الحديد ، وكبريتات الزنك ، وكربونات الكالسيوم ، والسيليكا ، وكبريتيد الحديد ، وكبريتات الألومنيوم .

صفات المياه المصاحبة

يطلق على المياه الموجودة مع النفط - إذا استثنينا مياه الحقن — المياه الملحية للحقول النفطية ، لأنها تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة فيها .

تختلف مياه آبار النفط من حيث تركيز الأملاح ونوعها من إقليم جيولوجي إلى آخر ومن تكوين إلى آخر في الإقليم الواحد ، ويتراوح تركيز أملاح مياه النفط بين المحاليل الملحية الخفيفة (من ألف إلى ثلاثة آلاف جزء من مليون) التي يمكن إستخدامها في بعض العمليات الصناعية ، والمحاليل الملحية المشبعة (أكثر من ٢٧٠ ألف جزء من مليون) التي يمكن أن تكون لها قيمة تجارية حسب نقاوة الأملاح المستخلصة منها .

دلت بعض التحاليل التى أجريت على المياه الفطرية أنها تشابه في تركيبها التركيب الحالي لمياه البحر ، غير أن معظمها قد تعرض لبعض التغيرات التى طرأت عليها منذ احتباسها في مسام الصخور الرسوبية ، وقد تتخلل مياه الأمطار عبر الصخور من خلال الكسور والصدوع وغير ذلك من المناطق الأخرى ذات النفاذية العالية جاعلة المياه الفطرية عبارة عن محاليل مخففة. ويدل وجود الكربونات والبيكربونات والكبريتات في مياه حقول النفط على أن بعض هذه المياه لا تزال تحمل آثارا عن أصلها الذي كانت عليه على سطح القشرة الأرضية . ويشير إزدياد تركيز المواد الصلبة الذائبة في المياه الفطرية على تركيزه في مياه البحر إلى حدوث تبخر جزئي للمياه أو حدوث إذابة لأملاح إضافية من الصخور المجاورة للصخور الحاوية لهذه المياه .

ويزيد تركيز الأملاح المعدنية في أغلب مياه الصخور الرسوبية لسببين هما زيادة العمق وملامسة هذه المياه لصخور ذات محتوى عالٍ من الأملاح المعدنية في الطبقات الجيولوجية الأكثر عمقاً ، ويترتب على ذلك أن يكون المحلول الأكثر كثافة في المستوى الأسفل من الطبقة الصخرية المائية (Aquifer) .

يعد التركيب الكيميائي لأملاح مياه حقول النفط عاملا مهما لتحديد مصدر المياه في الآبار النفطية التي يحدث فيها تسرب من خلال مواسير التبطين (Casing) ، أو من خلال معدات تكملة الآبار (Well Completion) كما أنه هام كذلك في تحديد ومضاهاة الطبقات الصخرية للمكامن النفطية الموجودة في مناطق تتميز بإحتوائها على أكثر من طبقة منتجة خاصة تكاوين عدسات الرمل (Sand lenses) .

يعد ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) من أكثر الأملاح انتشارا وشيوعا في المياه الملحية النفطية ، يليه كلوريد الكالسيوم ، أما كربونات وبيكربونات وكبريتات وكلوريدات الماغنسيوم والبوتاسيوم فتوجد بنسب أقل . بجانب ذلك توجد نسب قليلة من أملاح البروم واليود و آثار من أملاح عناصر الإسترونشيوم والبورون والنحاس والمنجنيز والفضة والقصدير والفاناديوم والحديد .

إستخدامات المياه المصاحبة

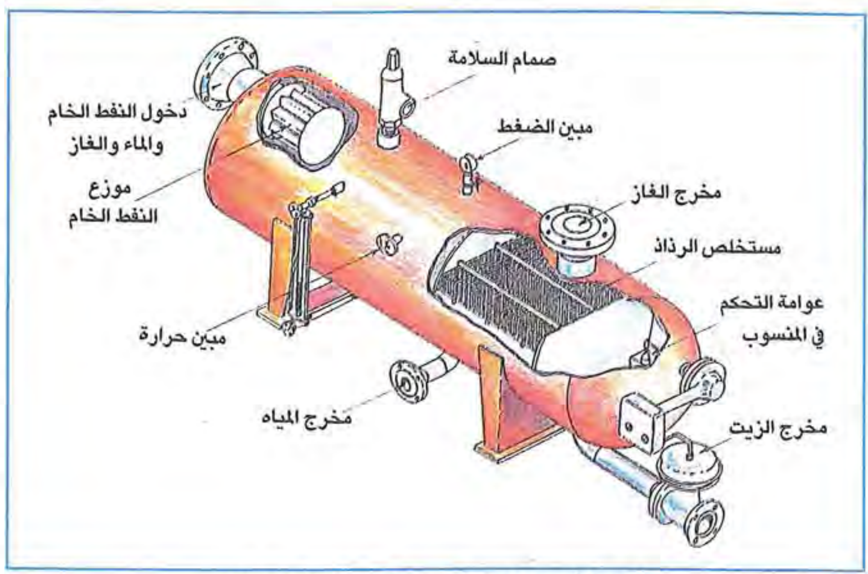
لعل من أهم إستخدامات مياه حقول النفط إستعمالها في التفسير الكمي لبيانات التسجيلات الكهربائية والنيوترونية التي تجرى للآبار النفطية ، كذلك تعد مياه النفط - خاصة المياه الفطرية - المياه الوحيدة التي يمكن إستخدامها في عمليات حقن المياه (Water Flooding) لآبار النفط ولكنها قد تؤدي إلى تآكل مواسير ومضخات الحقل أو إلى إنسداد المنطقة المنتجة للنفط (Pay Zone)، وعليه فإنها في هذه الحالة لا تصلح للإستخدام في عمليات الحقن التي تجرى لزيادة إنتاجية آبار النفط .

أضرار المياه المصاحبة

من الضروري فصل المياه عن النفط قبل نقله إلى معامل التكرير سواء عن طريق الضخ في خطوط الأنابيب أم بإستخدام الناقلات البترولية . وذلك سواء أكانت تلك المياه مياه فطرية أم مياه حقن الآبار أم الإثنين معا ، وبما أن المياه المصاحبة للنفط - في أغلب الأحيان - مالحة قلوية أو حامضية . فإنها ، تميل إلى إحداث التآكل الكيميائي (Corrosion) للمعدات المعدنية التي تلامسها .

وحين يمر النفط والماء خلال المضخات وأنابيب الإنتاج وفتحات التصريف وأجهزة المبادلات الحرارية (Heat Exchangers) يختلط أحدهما بالآخر تمام الإختلاط في هيئة قطرات صغيرة جدا يصعب فصل بعضها عن بعض ، وهو ما يعرف بالمستحلب ، ويعد وجود المستحلب مع النفط أمر غير مرغوب فيه بسبب دوره في إحداث التآكل الكيميائي ، ولهذا فإن شركات خطوط الأنابيب ومعامل التكرير ترفض وجود هذا المستحلب في النفط الوارد إليها .

ويحتوي الماء المنتج من آبار النفط



● شكل (٢) رسم تخطيطي لجهاز فصل الماء عن الزيت .

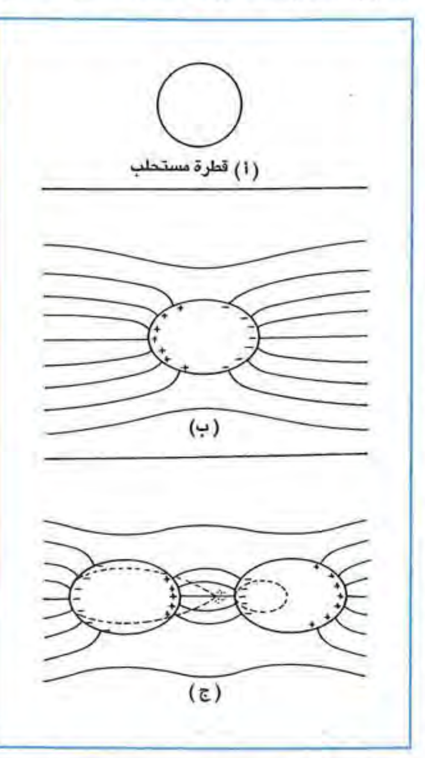
والغاز في أحيان كثيرة على مواد يمكن أن تترك رواسب في صورة قشور (Scales) ، على سطح الأنابيب والأجهزة الموجودة قد تؤدي إلى إنسداد الأنابيب والوصلات ويكون من الصعب إزالتها .

بالإضافة إلى ما سبق ذكره ، فإن نقل المياه مع النفط الخام يؤدي إلى زيادة تكاليف الشحن ، فضلا عن نقل مادة غير مرغوب فيها ، كما أنها كذلك تتسبب في تلوث المسطحات المائية كالبحار والأنهار والبحيرات .

فصل المياه عن النفط

من السهل فصل الماء الحر عن النفط الخام عن طريق إمراره على أجهزة خاصة تسمى الفواصل (Separators) ، وفي هذه الأجهزة يتم فصل مكونات الزيت الخام (الغاز الطبيعي والغازات المصاحبة والزيت والماء) بعضها عن بعض ، ومن أبسط أنواع هذه الأجهزة خزان صغير تستخدم فيه قوة الجاذبية الأرضية لفصل النفط عن الغاز ، شكل (٢) . نظرا لخفة وزن الغاز فإنه يصعد إلى أعلى الخزان ليوجه إلى أنظمة التجميع أما الزيت والماء فإنهما يهبطان إلى قاع الجهاز . ولما كان الماء أثقل من الزيت ، فإن الأخير يطفو فوق الأول ، ومن ثم يسهل فصل كل منهما عن الآخر .

أما بالنسبة للمستحلب ، فهناك عدة طرق تستخدم لمعالجته يتمثل أبسطها في ترك المستحلب لمدة طويلة من الزمن دون تقليب أو حركة حتى يستقر الماء في القاع بسبب ثقل وزنه ، وتعد هذه الطريقة غير



● شكل (٣) رسم تخطيطي يبين دور التيار الكهربائي في تجميع قطرات المستحلب .

ناجحة في كل الحالات نظرا لأنها بدائية ولاتصلح لعمليات الإنتاج المستمر للنفط ، ولأن المستحلبات في أحايين كثيرة لا تنفصل حتى بعد إستقرارها في القاع لمدة طويلة جدا ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن قطرات المستحلب تكون عادة مشحونة بشحنات كهربائية متشابهة ، ومن ثم يتنافر بعضها عن بعض ، وفي هذه الحالة يمكن إستخدام تيار كهربائي متردد لإزالة الشحنات الكهربائية الموجودة على قطرات المستحلب . كما يساعد هذا التيار على تصادم قطرات المستحلب بعضها ببعض ، ومن ثم يزداد حجمها فيسهل ترسيبها ثم فصلها ، شكل (٣) .

ومن أكثر طرق الفصل شيوعا إستخدام بعض الأنواع الخاصة من المواد الكيميائية التي تساعد على تكسير الغشاء الرقيق المحيط بالسطح الخارجي لقطرة المستحلب لتتاح الفرصة لإنفصال قطرة الماء عن الزيت ، و يستخدم التسخين مع هذه العملية لتقليل لزوجة الزيت ليسهل تحرك قطرات الماء و تمدد الموجود منها داخل مستحلب الماء في الزيت ، ومن ثم يزداد حجمها فتضغط على السطح الخارجي لقطرة المستحلب وتساعد على تكسيره ، وبذلك تتاح لها الفرصة للخروج من الغشاء الحاجز الذي يغلف المستحلب .

بعد عملية المعالجة يُسمح للمستحلب المعالج بالدخول إلى جهاز خاص يستخدم لفصل الماء عن الزيت ، حيث تسحب السوائل المنفصلة ويتم ضخ النفط إلى صهاريج التخزين أو معامل التكرير عبر خطوط الأنابيب . أما الماء فيتم التخلص منه بإستخدام نظام خاص للمعالجة وتصريفه إلى المسطحات المائية ، أو إعادة حقنه إلى التكوينات الصخرية الحاملة للنفط لزيادة الضغوط الجوفية في المكامن النفطية كما سبق الإشارة إليه .

تكرير النفط

د. محمد شفيق الكناني

يخضع النفط الخام قبل البدء في عمليات التكرير إلى عمليات تثبيت ومعالجة أولية تشمل إزالة الغازات المذابة والماء والأملاح والشوائب الأخرى مثل الرمل والطين .



يلي ذلك إخضاع النفط إلى عمليات التكرير المختلفة والتى تشتمل على عمليات فيزيائية (التقطير وتثبيت المقطرات الخفيفة والتنقية) وكيميائية (تكسير ، إعادة تشكيل ، وعمليات كيميائية أخرى) .

التثبيت

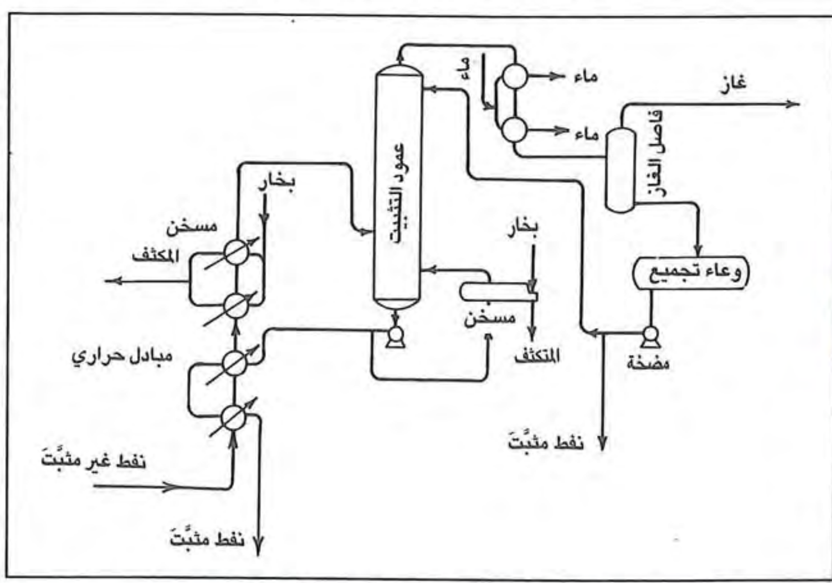
تتم هذه العملية بوساطة فصل الغاز الحر ـ الموجود فوق طبقة النفط ـ والغاز المذاب فيه. وتجرى هذه العملية عموماً في منطقة إنتاج النفط في أجهزة خاصة على عدة مراحل وذلك بخفض سرعة حركة مزيج النفط والغاز ، كما ويمكن أن تجرى هذه العملية أيضاً في مصافي تكرير النفط كمعالجة أولية لإستعادة الغاز منه، شكل (١) .

المعالجة الأولية

يصاحب النفط عادة عند إستخراجه ماء وشوائب أخرى مثل الأملاح ـــ توجد بصورة أساس على شكل كلوريدات مثل كلوريد الصوديوم ، كلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنسيوم ـ والرمل والطين ويجب فصل هذه الشوائب قبل بدء عمليات التقطير لأنها تسبب مشاكل كثيرة عند معالجة النفط خاصة في وحدة التكرير ، إضافة إلى أنها تؤدى إلى خفض جودة متبقيات التقطير وزيادة نسبة الرماد فيها ، وتتم هذه المعالجة كالآتي :ـ

١ ـ إزالة الماء والشوائب العالقة

يتم إزالة الماء والشوائب العالقة مثل الرمل والطين وغيرها بترقيد النفط الخام فى خزانات تعرف بخزانات الترقيد حيث يطفو النفط وترسب الشوائب في قاع الخزان حيث يمكن إزالتها .



● شكل (١) مخطط مبسّط لتثبيت النفط الخام .

٢ ـ إزالة الأملاح

بعد تنقية النفط من الشوائب تبدأ عملية إزالة الأملاح والتى تتم بعدة طرق منها مايلي :ـ

● **المعالجة بمواد كيميائية :** وتشمل المعالجة بالصوابين ، الأحماض الدسمة ، السلفونات ، أو الكحولات ذات الوزن الجزيئي المرتفع لإزالة الإستحلاب الناتج عن المعلقات المائية الملحية في النفط الخام وتحويله إلى معلقات متجمعة يتم فصلها بالترقيد .

● **المعالجة بالمواد الكيميائية والكهرباء :** ثم وتتم بإضافة مواد كيميائية مانعة للإستحلاب لتشكل معلقات يتم فصلها بمعالجة كهربائية وذلك بإخضاعها إلى فرق جهد مرتفع يساعد على إلتحامها مع بعض عند الأقطاب وترسبها ، بعد ذلك تجرى عليها عملية الترقيد ، شكل (٢) .

● **المعالجة بالماء الساخن :** وتتم

بإضافة الماء الحار عند درجة حرارة ٩٥ إلى ١٥٠ °م وضغط يتراوح ما بين ٣ إلى ٨ جو إلى النفط المسخن، بكمية تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥٪ من حجم الزيت حيث يتم إستحلاب المزيج لينتقل الملح إلى الطور المائي، وبعدها تفصل المعلقات المائية الملحية المعالجة بالماء الساخن عبر أبراج مملوءة بالرمل والحصى.

العمليات الفيزيائية

تشمل العمليات الفيزيائية لتكرير النفط عمليات التقطير بأنواعها المختلفة، وعمليات التنقية بالمذيبات والإدمصاص، ويمكن شرح هذه العمليات فيما يلي :-

● التقطير

تعد عملية تقطير النفط الخام الخطوة الأولى في تصنيعه للحصول على المشتقات النفطية بأنواعها المختلفة، وهي أكثر العمليات أهمية في مصفاة تكرير النفط، وتعتمد عملية التقطير على فصل المنتجات النفطية على حسب درجة غليان كل جزء من مكوناته. وفيما يلي شرح موجز لأهم عمليات التقطير المستخدمة في فصل وتنقية المنتجات النفطية، وذلك على النحو التالي :-

(أ) التقطير تحت الضغط الجوي : وتهدف إلى فصل النفط الخام إلى أجزاء مختلفة حسب نطاق درجات غليانها حيث تكون السوائل ذات درجات الغليان المنخفضة أكثر تطايراً من تلك التى لها درجات غليان أعلى. وتشتمل عملية التقطير تحت الضغط الجوي عند ٧٦٠ مم زئبق، شكل (٣) على مراحل رئيسة هي تسخين مبدئي للقيم (Feed Stock) بإستخدام مبادلات حرارية، يليه تسخين بإستخدام الأفران الأنبوبية إلى درجة حرارة ٣٠٠ إلى ٤٠٠ °م، ثم فصل المنتجات الرئيسة في عمود التجزئة الذي قد يصل طوله في بعض الوحدات إلى ٤٥ متر ويحتوي على ٣٠ إلى ٥٠ طبقة تجزئة، وبعدها يتم فصل الغازات الناتجة بإستخدام أبراج فصل الغازات، وبالتبريد الأولي للمنتجات بوساطة مبادلات حرارية.

وتجرى عملية التقطير في أنظمة تقطير مختلفة منها: أنظمة تقطير ذات مرحلة واحدة، أنظمة تقطير ذات مرحلتين، ونظام تقطير نفط خام مع وحدة معالجة بالهيدروجين ومجزيء.

يمكن تصنيف نواتج تقطير النفط تحت الضغط الجوي إلى ما يلي :-

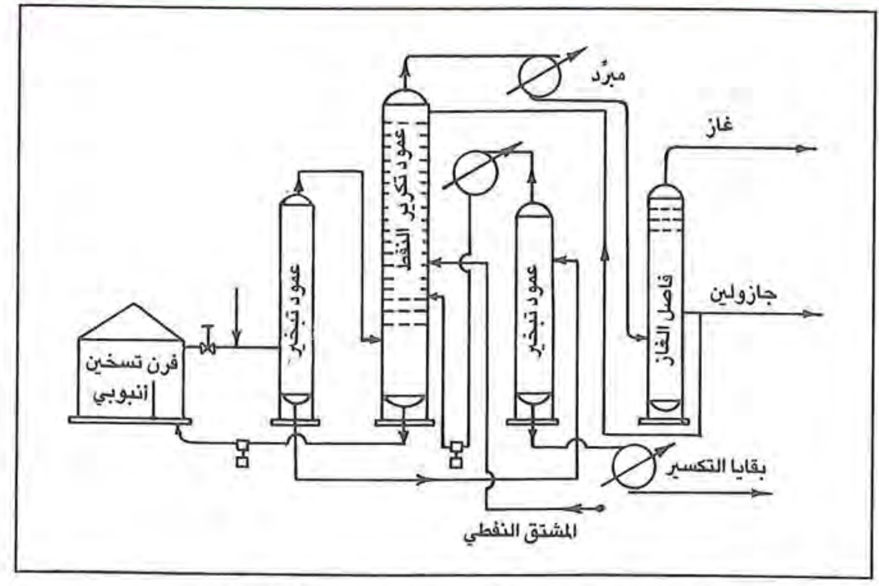
- ● غازات (الميثان، الإيثان، البروبان، البوتان، البنتان).
- ● مقطرات خفيفة (غاز البترول المسيَّل، إيثر بترولي، جازولين، نفتا).
- ● مقطرات متوسطة (كيروسين، زيت وقود، زيت غاز، مقطرات شمعية خفيفة).
- ● مقطرات ثقيلة (ديزل، زيوت تزييت).
- ● بقايا (أسفلت، راتنجات، أسفلتينات وسوائل لزجة أو شبه صلبة).

(ب) التقطير تحت ضغط منخفض : تجرى هذه العملية عند درجة حرارة أقل من تلك التي تحدث عندها تفاعلات تكسير حراري أو تحطيم وتحت ضغط منخفض يتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ مم. زئبق، وتسمح هذه الطريقة بتقطير المواد في درجة حرارة أقل من درجة غليانها. وتستخدم عملية التقطير تحت الضغط المنخفض للحصول على نواتج أثقل من تلك التي يتم الحصول عليها في عملية التقطير تحت الضغط الجوي، وتعتمد نواتج هذه العملية على نوع اللقيم وظروف التشغيل، ومن هذه النواتج زيت غاز ثقيل وزيوت تزييت خفيفة ومتوسطة وثقيلة وشمع وبيتومين.

(جـ) تقطير الزيت الخفيف : وتتم لتثبيت المقطرات الخفيفة عن طريق فصل الغازات المذابة فيها وتجزئتها إلى أجزاء بدرجات غليان منخفضة، ويتضمن غاز التثبيت جزءً كبيراً من المركبات الهيدروكربونية المحتوية على ثلاث أو أربع ذرات كربون (C3 أو C4) وهي تشكل مورداً خصباً للصناعات البتروكيميائية نظراً لإحتوائها على البروبلين والبوتيلين. تتم هذه العملية في أعمدة تثبيت حيث تنزع المركبات الهيدروكربونية من C1 إلى C4 من اللقيم، ثم تجزأ هذه المكونات

● شكل (٢) مخطط مبسَّط لوحدة نزع الأملاح من النفط الخام بالكهرباء.

● شكل (٣) مخطط مبسَّط لوحدة تقطير للنفط الخام مرتبطة مع وحدة تثبيت.



● شكل (٤) مخطط مبسّط لوحدة تكسير حراري لمشتق نفطي.

لإستعادة نـواتج غاز البترول المسيَّل (LPG) ، شكل (٤) .

(د) التقطير الأزيـوتـروبي : وهو عملية فصل مكـوني خليـط من بعضهما البعض حيث تكون درجة غليان الخليط مختلفة عن درجتي غليـان المكـونين النقيين وذلك بإضافة مذيب له درجة غليان أقل من درجة غليـان المكـونين النقيين . وينتـج عن ذلك تكوين مزيج آخـر مع أحد المكـونين ليبقى المكون الآخر الـذي يسهل فصله عن الخليط الأصلي بـالتقطير ، وهنـاك نـوعـان من الخلائط الأزيـوتـروبيـة هما **الخلائط المتجانسة** التي تمتزج مكـوناتها في الحالة السائلة **والخلائط غير المتجانسـة** التي تنفصل مكونـاتها إلى طبقتين غير ممتزجتين عند تكثيف أبخرتها .

وتـتـصف المذيبات المستـخـدمة في عملية التقطير الأزيوتروبي بالصفات التالية : ـ

- ذات درجات غليـان أقل من درجـة غليان جميع مكونات النظام .
- غير فعالة تجاه مكونات النظام .
- ثابتـة حراريـاً أي غير قابلـة للتفكك عند درجات الحرارة المرتفعة .
- ذات انتقائية عالية .
- لا تسبب تآكلاً للوحدات .

ومن أمثلـة المذيبـات المستخدمة في عمليـات الفصل المختلفـة : الأسيتـون ، الكحـول الميثيلي ، الأسيتـونتريل ، ايثيلين جليكـول ، ثنائي ايثيلين جليكـول ، ثـلاثي ايثيلين جليكول ، ثنائي ميثيـل الفورم أميد ، الفينول وغيرها من المذيبات الأخرى .

(هـ) التقطير الإستخـلاصي : وهـو عملية تستخدم لفصل مكونين أو أكثر من بعضهم البعض وذلك بـوساطـة مـذيب يشبه أحد المذيبات المستخدمـة في التقطير الأزيوتروبي ولكن له درجة غليان أعلى من درجات غليان المكـونـات النقية للمـزيج ، ومن أمثلـة هـذا النـوع من التقطير فصل البـوتـادايئين عن أجزاء C4 الناتج من عملية التكسير الحراري أو عمليـة نـزع الهيـدروجين ، وفصل الآيـزوبـرين من نـواتج عمليـة نـزع الهيـدروجين من مـزائج الآيـزوبنتـان والآيـزوأميل ، وفصـل العطـريـات عن المركبات الهيدروكربـونية المشبعة من نواتج عمليات التكسير الحراري والأجزاء الناتجة عن إعـادة التشكيل الـوسيطي ، كما يمكن بوسـاطته إجراء التنقيـة الإنتقائية للـزيوت من العطـريات وتجزئة العطـريات أحـادية الحلقة وثنـائية الحلقة وغيرهـا من عمليات الفصل الأخرى .

● عمليات التنقية

عبارة عن عمليات فصل فيزيائية تهدف للحصول على منتجـات ذات نوعيـة جيدة ، ومن أمثلـة تلك العمليات التنقيـة بالمذيبـات والتنقيـة بـالإدمصـاص ، وفيما يلي شرحـاً موجزاً لكل منهما : ـ

※ **التنقية بـالمذيبات :** تعتمد هذه الطريقة على اختـلاف درجـة ذوبـان مجمـوعـات المركبـات الهيـدروكـربـونيـة في المذيبـات القطبية المختلفـة وذلك حسب نسبة المشتق النفطي إلى المـادة المذيبة ، ودرجـة الحرارة ، وطبيعـة المذيـب ، وبنيـة المركـب الهيـدروكربـوني. وتستخـدم هذه العمليـة لنزع العطـريات والأوليفينـات من المنتجات النفطيـة المعـدة لإنتـاج زيـوت التـزييت ، وإستخلاص العطـريات من نـواتج عمليات إعـادة التشكيل وإضـافتهـا إلى الجـازولين لـرفع عدد الأوكتـان أو استخـدامها كمـواد أوليـة في الصنـاعـات البتروكيميـائيـة. كما تستخدم هذه الطريقـة لتجزئة الإسفلتينات والمخلفات البترولية ، وتنقيـة زيوت التزييت من العطـريات الثقيلـة ، ومن أهم المذيبـات المستخـدمـة والشـائعـة في هـذه العمليـة الفورفـورال والفينول وثنـائي كلوروإيثيل الإيثر والنتروبنزين والإيثيلين جليكول .

※ **التنقيـة بـالإدمصـاص :** وهي عمليـة فصل فيـزيـائيـة يتم فيهـا دخـول بعض جزيئات المادة (سائل ـ غاز) داخل البنية الشبكيـة لمادة الإدمصـاص بينما تُطـرد الجزيئـات الأخـرى إلى الخارج ، وتعتمـد فعـاليـة الإدمصـاص على حجم مسـامـات سطحهـا . وفي مجال تنقيـة المشتقـات البترولية يمكـن إستخدام مـواد صلبة ذات مساميـة عاليـة كالسيليكـا جل (Silica gel) لفصل العطـريات من الهيـدروكـربونـات ، الفحم الحيـواني المنشط لإزالـة المكـونـات السـائلة من المكـونات الغـازية. ومن مـواد الإدمصـاص الأخـرى المنـاخل الجزيئيـة والزيولايت ، وهي مـواد ذات طبيعة إنتقائية تستخـدم لفصل البرافينـات النظـاميـة عن وقود الجازولين بغية رفع العدد الأوكتاني له .

العمليـات الكيميائيـة

تجرى العمليات الكيميائية على جميع أو بعض المشتقات النفطية النـاتجة من وحدات التقطير في مصـافي النفـط للحصـول على منتجـات ذات نـوعيـة جيـدة تتنـاسب مع متطلبـات الإستخـدام ، مثل عمليـة تحسين وإنتاج الجـازولين والكيروسين وزيـت الغاز وزيوت التـزييت ومنتجات هيدروكربـونية خفيفـة تستخـدم كلقـائم في وحـدات الصنـاعـات البتروكيميـائيـة ، ومن هـذه العمليات ما يلي : ـ

● التكسير الحراري

وهـوعبـارة عن عملية كيميائية حرارية تجرى بـدون مـواد محفزة تحت تأثير درجـات حرارة عـالية وضغـوط مرتفعـة ، ويتم فيهـا تكسير النفـط الخـام الثقيـل وبواقي التقطير النـاتجة من وحدات التقطير

تحت الضغط الجوي وتحت الضغط المنخفض والتي لها درجات غليان مرتفعة (وزن جزيئي مرتفع) ، إلى منتجات لها درجة غليان منخفضة (وزن جزيئي منخفض). وتحدث أثناء التكسير تفاعلات أخرى مثل نزع الهيدروجين من النفثينات ونزع الألكيل من العطريات وتَشَكُّل وإعادة إتحاد جذور حرة (Free Radicals) ، و إعادة هدرجة ، وتفكك وتكاثف لـلأوليفينات المتشكلة ، و تحلق (Cyclization) مركبات عطرية أحادية الحلقة أو متعددة الحلقات ، أو تفاعلات تشكل فحم الكوك. وتتوقف تلك التفاعلات على نوع اللقيم المستخدم وظروف التشغيل ونوع المنتج المراد إنتاجه ، ومن أمثلة ذلك ما يلي : ـ

* إنتاج جازولين من مشتقات ثقيلة بإستخدام التكسير الحراري في الطور المختلط عند درجة حرارة من ٣٨٠ إلى ٤٩٠°م وضغط ، يزيد على ٢٠جوى ، وإنتاج أوليفينات وعطريات بإستخدام التكسير الحراري في الطور الغازي عند درجة حرارة من ٥٥٠°م إلى ٦٠٠°م وضغط أقل من ٤ جو .

* إنتاج جازولين ومقطرات متوسطة درجة الغليان وغازات أوليفينية بإستخدام التكسير الحراري الإنتقائي لـزيت ثقيل عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٤٨٠ إلى ٥٣٠°م وضغط يتراوح ما بين ٢٥ إلى ٤٠ جو .... وهكذا.

● التكسير المحفز

التكسير المحفز عملية كيميائية حرارية تتم في وجود مواد محفزة (Catalysts) وتجرى عند درجات حرارة مرتفعة باستخدام حافزات (وسائط) من السيليكا أو الألومينا أو المغنيسيا. وتهدف هذه العملية أساسا إلى الحصول على نوعية جيدة من الجازولين بعدد أوكتان مرتفع ، ومكونات قطرات متوسطة بتحويل زيت الوقود تحت ظروف معينة ، وتعد هذه العملية أيضاً إحدى مصادر أجزاء C3 و C4 الهامة في الصناعات البتروكيميائية .

تجرى عملية التكسير المحفز في مفاعلات ذات الطبقة الثابتة (Fixed Bed) أو ذات الطبقة الفوّارة (Fluidized Bed) عند درجات حرارة من ٤٥٠ إلى ٥٢٥°م وتحت ضغط يقرب من الضغط الجوي ، يكون التفاعل الرئيس في هذه العملية تكسير روابط كربون ـ كربون في المركبات الهيدروكربونية إلى برافينات ذات ذرات كربون أقل وإلى أوليفينات ، وتماكب ، ونزع هيدروجين ، وتحلق مؤدية إلى تشكل مركبات عطرية . ويتوقف حدوث هذه التفاعلات على ظروف التشغيل ونوع اللقيم المستخدم والمنتج المرغوب إنتاجه . ويبين شكل (٥) مخططاً مبسطاً لوحدة تكسير محفز بالطور السائل .

● شكل (٥) مخطط مبسّط لوحدة تكسير محفز بالطور السائل .

● التكسير المهدرج

هو عملية تكسير حراري ـ بوجود هيدروجين ـ للأجزاء النفطية من النفثا إلى أجزاء غير القابلة للتقطير بما فيها المقطرات والبقايا الناتجة عن التقطير تحت الفراغ مع هدرجة المركبات الأوليفينية الناتجة عن التكسير تحت ضغط مرتفع. وتهدف هذه العملية إلى انتاج نوعيات جيدة من النفثا ووقود الطائرات وزيوت تزييت ، وأحياناً لإنتاج مركبات هيدروكربونية مشبعة لها أوزان جزيئية ودرجات غليان منخفضة . ويتم في هذه العملية أيضا نزع الكبريت والنيتروجين والأكسجين. وتعد هذه العملية مشابهة لعمليات التكسير المحفز ولكن الإختلاف الأساس بينهما في أن نسبة التحول العامة للبرافينات فيها أعلى من نسبتها أثناء التكسير المحفز . وتتم هذه العملية على حافزات ثنائية الوظيفة وفعالة لوسائط النيكل – الكوبالت– الموليبدنوم المحَّملة على السيليكا والألومينا والزيولايت ، ويحدث على هذه الحافزات صنفين من التفاعلات هما تفاعلات هدرجة الأوليفينات والمركبات العطرية الحلقية ومركبات الكبريت والنيتروجين والأكسجين ، تفاعلات تكسير روابط كربون ـ كربون.

● إعادة التشكيل المحفز

تستخدم هذه الطريقة للحصول على جازولين السيارات بعدد أوكتان مرتفع أو لإنتاج مركبات هيدروكربونية عطرية مثل البنزين والتولوين والزايلينات ، ومن اللقائم المستخدمة في هذه العملية النفثا أو الجازولين في وجود حافزات عادة ما تكون على نوعين هما حافزات أكسيد الموليبدنوم والكروم المحَّمل على الألومينا ، أو حافزات بلاتين محملّ على ألومينا . ومن أهم التفاعلات الرئيسة التي تحدث أثناء إعادة التشكيل المحفز تفاعلات نزع هيدروجين من النفثينات وتفاعلات نزع هيدروجين وتحلق للبرافينات النظامية وتفاعلات تكسير بالهيدروجين للبرافينات وتفاعلات نزع هيدروجين مصحوب بتحول ايزوميري (Isomerization) للنفثينات وتحول آيزوميري للبرافينات النظامية إلى آيزوبرافينات ونزع كبريت ونيتروجين بالهيدروجين. وتتوقف نوعية النواتج السائلة والغازية في هذه العملية على نوع اللقيم المستخدم وظروف التشغيل ، وتجرى العملية عادة تحت ضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٤جو ودرجة حرارة من ٤٥٠ إلى ٥٤٠°م ونسبة جزيئة من الهيدروجين للهيدوكربون من ٣ : ١ إلى ١:٦٦ .

● عمليات كيميائية أخرى

رغم أهمية العمليات المذكورة أعلاه في الصناعات النفطية ولكن هناك عمليات أخرى منها :-

(أ) التماكب : هو عملية تحول آيزوميري يتم فيها إعادة ترتيب لهيكل الجزيئة الهيدروكربونية دون تغير في نوع وعدد الذرات المكونة له ، ويمكن إستخدام هذه العملية لتحويل البرافين النظامي في الجزء الجازوليني إلى آيزوبرافين لرفع عدد أوكتان الجازولين ، وفي هذه الحالة فإن الوحدات المستخدمة في عمليات التماكب لا تختلف كثيراً عن الوحدات المستخدمة في عمليات إعادة التشكيل ، حيث تكون المادة المحفزة المستخدمة في هذه العملية كلوريد الألمنيوم المنشط وحامض الكلور عند درجة حرارة ١٣٠°م وضغط يبلغ حوالي ٥٥ جو .

(ب) الألكلة : ويتم فيها إنضمام الأوليفين إلى البرافينات لتشكل آيزو برافينات ذات أعداد أوكتانية مرتفعة جداً ، ويمكن إستخدام هذه العملية لإنتاج جازولين ذو عدد أوكتان مرتفع ، وتتم هذه العملية بوجود مواد محفزة من كلوريد الألومنيوم أو حامض الكبريتيك أو فلوريد الهيدروجين ، وتعتمد ظروف التشغيل على نوع اللقيم والمادة المحفزة المستخدمة .

(جـ) البلمرة المحفزة : و يتم فيها تشكّل مركبات ثنائية أو متعددة الجزيئة من الأوليفينات ذات الوزن الجزيئي المنخفض ، وتستخدم هذه العملية لتحويل الغازات الناتجة من عمليات التكرير — مثل عمليات إعادة التكسير الحراري والتكسير الوسيطي — والغنية بالأوليفينات إلى جازولين بعدد أوكتان مرتفع . وتجرى هذه العملية بوجود مادة محفزة مكونة من حامض الفوسفور المحمَّل على فوسفات النحاس أو الكادميوم عند درجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ إلى ٢٥٠°م وضغط ١٠ إلى ٨٥ جو .

عمليات تنقية أخرى

تخضع المشتقات النفطية لمعالجات أخرى قبل تسويقها كالمعالجة بالأحماض ، والقلويات ، وعمليات التحلية ، وفصل المواد الشمعية من المقطرات بإستخدام اليوريا ، والمعالجة المانعة بالأكسدة ، والمعالجة بالهيدروجين لإزالة مركبات الكبريت .

الوقاية من إيدز الاتصال الجنسي

أشار فريق من الباحثين في الولايات المتحده الأمريكية إلى ظهور لقاح جديد يمكنه أن يحمي القرود من إنتقال ـ عن طريق المهبل ـ فيروس نقص المناعة (SIV) المشابه وراثياً لفيروس نقص المناعة عند الإنسان (HIV) ، والذي يسبب مرض الإيدز . يأمل الباحثون أن دراسة كهذه ستقود إلى تطوير لقاحات بشرية ستمنع ـ بإذن الله تعالى ـ إنتقال فيروس نقص المناعة (عند الانسان) عن طريق الاتصال الجنسي .

يقول عالم الفيروسات **برستون ماركس** (Preston A. Marx) الباحث الرئيس في هذه الدراسة « إن انتقال فيروس نقص المناعة (عند الانسان) عن طريق الاتصال الجنسي هي الفكرة السائدة في جميع انحاء العالم . فحسب تقديرات منظمة الصحة العالمية أن معظم الثلاثة عشر مليون انسان المصابين بمرض نقص المناعة منذ عام ١٩٨١م قد انتقل اليهم المرض عن طريق الاتصال الجنسي » . وقد أثبت **ماركس** في عام ١٩٨٩ م بإن القرود يمكن أن تصاب بهذا المرض وبنفس الطريقة .

يمثل اللقاح الجديد تطور واعد في الجهود المبذولة لايقاف إنتشار هذا المرض المميت ، كما أشار إلى ذلك **أنتوني فوسي** (Anthony S. Fauci) ، مدير المعهد الوطني لأمراض الحساسية والإلتهابات والباحث في مرض الايدز ، لمجلة (Science News) . ومع ذلك ينبه **فوسي** إلى أنه قد يُحتاج لعدة سنوات قبل أن يجُرب لقاح مشابه على الانسان .

من جانب آخر ، أشار الباحث **جون إلدرج** (John Eldridge) من جامعة الاباما في برمنجهام أن لقاحات فيروس نقص المناعة عند القرود التي كانت تؤخذ عن طريق الأوردة فشلت في تحصين إناث القرود ضد المرض ، وعليه قام هو وزملاؤه بتعريض الفيروسات لجرعات مميتة من الفورمالين . بعد ذلك ، غلفوها بغلاف رقيق من مادة بوليستر قابلة للتحلل ، ثم أعطيت هذه المادة لست من إناث القرود على هيئة حقن عضلية الهدف منها تنشيط نظام المناعة .

تلقت القرود ، بعدذلك ، سلسله من المعالجات المنشطة لتنبيه جهاز المناعة الخاص بحماية الغشاء المخاطي المبطن للمهبل . وذلك بإعطاء ثلاثة من القرود منشط عن طريق الفم ، ورش اللقاح مباشرة في القصبة الهوائية للثلاثة الأخرى .

أظهرت جميع القرود السته وجود أجسام مضادة للفيروسات في السائل المهبلي لها بعد تلك المعالجات المنشطة . ولكن هل يمكن لهذه الاجسام المضادة أن توفر حماية ضد الفيروسات المميتة ؟. لإثبات ذلك ، قام فريق البحث بشطف مهابل القرود بسائل يحتوي على تركيز عال من فيروس نقص المناعة (SIV) .

بعد ثمانية أسابيع من تعريض القرود للفيروسات ، قام العلماء بفحص دم القرود عدة مرات لإثبات الإصابة بفيروس نقص المناعة من عدمه ، فكانت النتيجة إصابة قرد واحد فقط وظهور علامات الإصابة في قرد آخر ، إلا أن الفحوصات التالية أثبتت أنه غير مصاب ، اما الأربعة الباقية فقد بقيت خالية من الفيروس طيلة فترة الدراسة المتبقية .

ولتحديد فيما إذا كانت هذه المناعة ستبقى لوقت طويل ، أعطى الباحثون القرود الاربعة المتبقية سلسلة من الجرعات المحفزة ثم عرّضوها للفيروس ، وبعد ذلك فحصوها ، فوجدوا ثلاثة منها خالية من الاصابة .

علق عالم الفيروسات **شو لوك هو** (Shiu Lok Hu) ، من جامعة واشنطن في مدينة سياتل قائلاً : « مع ان هذه الدراسة تقّوي الأمل في ان العلماء يمكن ان يطوروا في يوم من الأيام لقاح يقلل من الاصابة ـ عن طريق الإتصال الجنسي ـ بمرض نقص المناعة عند الإنسان ، إلا أنه من الصعب معرفة مدى نجاح تلك الطريقة ـ التي إتبعت مع القرود ـ في الانسان » ، وأضاف يقول «بأن قابلية المرأة للاصابة بفيروس الإيدز من خلال الاتصال الجنسي مع رجل حامل للفيروس أكثر من قابلية الرجل في الحالة المعاكسة ، وأنه في حالة الرجال يرى العلماء أن فيروس نقص المناعة (عند الإنسان) يغزو الجسم من خلال الغشاء المخاطي المبطن للإحليل» .

لذا يوصي العلماء بأن دراسة اضافية على الحيوانات ضرورية قبل أن يخُتبر على الانسان . وكما يقول **ماركس** : « أنا لا أستطيع التنبؤ بأن لقاحاً صالحاً للبشر سيكون متاحاً في ١٩٩٤م ، فقد أخذنا في هذه الدراسة خمس سنوات حتى وصلنا الى هذه النقطة » .

Science News, Vol. 143 (22) p. 340, 29th May , 1993



إعادة مسابقة العـدد السادس والعشرين

تأسف أسرة التحـرير للخطأ المطبعي الـذي حدث في مسـابقة العـدد السادس والعشرون ، وفيما يلي نـورد النص الصحيح للمسابقة وطريقة حلها : ـ

عبد الله له زوجة وبنت ، البنت لها زوج وإبن ـ فإذا توفرت لديك المعلومات التالية : ـ

١ ـ أحد الخمسة أشخاص طبيب ، وأحد الأربعة الباقين مريض لدى هذا الطبيب .

٢ ـ الطبيب ولده (ذكر / أنثى) وأحد والدي المريض (أبيه أو أمه) من نفس الجنس (ذكر / أنثى) .

٣ ـ الطبيب ولده ليس المريض وليس أحد والدي المريض (أبيه أو أمه) .

● **من المعلومات السابقة من هو الطبيب ؟**

حـل المسابقـة

(الطبيب)

من (٢) الطبيب له ولد (ذكر / أنثى) من بين الخمسة أشخاص ، لذلك الطبيب يمكن أن يكون أي واحد من الخمسة عدى ولد البنت .

من (٣) إذا كان عبد الله أو زوجتـه الطبيب فإن إبنته لا يمكن أن تكون المريضه ، بينما إذا كـانت بنت عبد الله أو زوج بنته هو الطبيب فـإن إبن بنته لا يمكن أن يكون المريض ، وبناء على مـا تقدم فإن الإحتمالات تكون على النحو التالي : ـ

الطبيـب	المريض
(أ) عبد اللـه	ولد بنت عبد الله
(ب) زوجة عبد الله	ولد بنت عبد الله
(جـ) بنـت عبـد الله	بنت عبد الله
(د) زوج بنت عبد الله	بنت عبد الله

* الإحتمال (جـ) لا يمكن قبوله .
* الإحتمالين (أ) و (ب) لايمكن قبولهما حيث ورد في (٣) من السؤال أن الطبيب ولـده ليس المريض وليس أحد والدي المريض (أبيه أو أمه) .

● **عليه فإن الإحتمـال الوحيـد المقبول هو (د) وفي هذه الحالة فإن الطبيب هو زوج بنت عبد الله .**

مصطلحات علمية

● **مكمن طيّ تحدبي**
Anticlinal Reservoir

صخور على هيئة قبة ، مغطاة غير منفذه يتجمع فيها ما قد يوجد بها من الغاز والنفط والماء .

● **البئر** **Bore Hole**

ثقب أو بئر تحفر بالوسائل الميكانيكية وهدفها بالدرجة الأولى معرفة الأحوال الجيولوجية و / أو إستخراج الترسبات النفطية .

● **دفع مشترك للنفط**
Combination Drive of Oil

تضافر قوتين أو أكثر على دفع النفط من مكمنه إلى السطح ومثال ذلك إشتراك قوة الدفع بالماء مع قوة الدفع بضغط الغاز .

● **التكسير** **Cracking**

زيادة نسبة العناصر الخفيفة والأكثر تطايرا في النفط بتكسير الجزئيات الهيدروكربونية الأكبر إلى جزئيات أصغر .

● **النفط الخام** **Crude Oil**

النفط المتواجد طبيعياً ويتكون أساساً من عدة أنواع من المواد الهيدروكربونية ويمكن للنفط الخام أن يكون ذا قاعدة بارافينية أو أسفلتية أو مزيجاً منهما .

● **التقطير** **Distillation**

فصل مكونات المزيج الهيدروكربوني إلى عدة أجزاء عن طريق التبخير فالتكثيف ويتم التسخين فى افران أنبوبية وتتم التجزئة فى برج التقطير الجزئي .

● **ضغط التدفق** **Flowing Pressure**

الضغط المقيس أثناء تدفق البئر بالنفط أو الماء.

● **وقود النفاثات** **Jet Fuel**

مقطرات بترولية تستعمل كمصدر للطاقة في الأنظمة ذات الدفع النفاث ، كالوقود المستعمل فى الطائرات .

● **حواجز شاطئية** **Longshore Bars**

تجمعات رملية طويلة تمتد موازية للشاطىء ، ولا يغمرها الماء إلا في أوقات المد العالي .

● **أقصى معدل كفاية**
Maximum Efficient Rate of Production

أعلى معدل لإنتاج النفط يمكن الوصول إليه من بئر معينة بعد رفع كفايتها الإنتاجية .

● **سيزموجراف ميكانيكي**
Mechanical Seismograph

مكشاف سيزمي يتم فيه تكبير الحركة الزلزالية للأرض بطريقة ميكانيكية .

● **نفط خام نفثيني القاعدة**
Naphthene Base Crude

بترول يحتوي على مواد هيدروكربونية معظمها من سلسلة البارافينات الحلقية.

● **تدفق النفط** **Oil Pushing**

إندفاع النفط من مكمنه إلى رأس البئر على السطح بتأثير ضغط المكمن الطبيعي فقط .

● **المكمن النفطي** **Oil Reservoir**

تكوين في باطن الأرض مسامي منفذ يحتوى على تراكم طبيعي مستقل ومنفصل من النفط أو الغاز .

● **نفط خام بارافيني القاعدة**
Paraffin Base Crude

بترول يحتوي على مواد هيدروكربونية معظمها من السلسلة البارافينية .

● **هجرة موازية** **Parallel Migration**

حركة النفط أو الغاز الموازية لإتجاه الطبقات في المناطق الصخرية المنفذة .

● **سجل الإختراق** **Penetration Log**

سجل لمعدل سرعة حفر البئر ، يفيد في التعرف على أنواع الصخور المحفورة .

● **إستدقاق الطبقات** **Pinching of Strata**

تضاؤل سمك الطبقة الصخرية في إتجاه معين حتى تختفي ، وتتلاقى الطبقات التي تعلوها بالتي أسفلها .

● **إحتياطي المكمن** **Possible Reserves**

الإحتياطي الموجود في المناطق التي لم يتأكد عطاؤها النفطي بإختبارات الإنتاج مع ترجيح وجود النفط وإمكانية إستخراجه .

● **إستكشاف مبدئي**
Preliminary Exploration

دراسة عامة لمنطقة معدنية أو فحمية أو نفطية لتحديد بنياتها التركيبية ، وأبعاد الطبقات أو التكوينات الحاملة للمادة الخام لتقدير إمكاناتها الإقتصادية .

● **نطاق الإنتاج** **Producing Horizon**

التكوين الصخري المسامي الذي يستخرج منه النفط ، أو الذي يمكن إستخراجه منه مثل الحجر الرملي أو الحجر الجيري .

● **بئر ضخ** **Pumping Well**

بئر يستخرج النفط منها بمضخات خاصة برفع الضغط فيها مما يساعد على دفع النفط إلى سطح الأرض .

● **الإصلاح الكيميائي** **Reforming**

معالجة الأجزاء البترولية الخفيفة للحصول على الجازولين .

● **طاقة المكمن** **Reservoir Energy**

الطاقة الحبيسة في مكمن نفط أو غاز ، تعمل على إندفاع النفط والغاز والماء من البئر .

● **ضغط نفط المكمن**
Reservoir Oil Pressure

ضغط النفط داخل المكمن ، وقد يكون كافيا لدفع النفط إلى السطح .

● **صخر المكمن** **Reservoir Rock**

صخر مسامي ومنفذ يحتوى في مسامه على نفط و / أو غاز قابل للإنتاج .

● **ضغط صخر المكمن**
Rock Reservoir Pressure

الضغط الأصلي بالمكمن مقيسا فور ثقب أول بئر إستكشافية لصخوره وقبل تسرب أى من محتوياته إلى أعلى أو إندفاعه .

● **تأثير سيزمي كهربائي**
Seismic Electric effect

التغير الدوري في التيار الكهربائي بين قطبين مغروزين في الأرض نتيجة لمرور موجة سيزمية بينهما .

● **إنعكاس سيزمي** **Seismic Reflection**

ظاهرة إرتداد الموجات السيزمية على سطح الطبقات التي تصطدم بها إذا سقطت عليها بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة .

عالم في سطور
الأهوازي

● الإسم : أبو الحسن علي بن عباس

● اللقب : الأهوازي (نسبه إلى أهواز)

● تاريخ الوفاة : ٣٨٤ هـ - ٩٩٤م

● مكان الميلاد : مدينة أهواز (إيران)

● إنجازاته العلمية

* علاج قطع الشريان والورم المسمى (أنورسما) .

* علاج جرح الشريان العضدي .

* دراسة موضوع الصرع (أفلبسيا) .

* دراسة مشكلة مرضى العيون بالجزيرة العربية .

* ذكر كيفية علاج كسر الفك الأسفل من الناحيتين اليمنى واليسرى .

* معرفة أهمية الدورة الدموية في الأوعية الشعرية .

* أول من ذكر وجود شبكة شعرية بين العروق النابضة وغير النابضة ،أى بين الشرايين والأوردة .

* أول من نبَّه إلى صعوبة شفاء السل الرئوي بسبب حركة الرئة فهزاتها المستمرة تعيق إلتحام القروح بها .

* له نظريات متطورة في علم حركة رحم المرأة وكيفية تكوين الجنين داخل الرحم ، وأن الرحم هو الذي يدفع الجنين إلى الخارج .

* إجراء عمليات جراحية مثل إستخراج الحصاة واللوزتين بعد أن كانت تعالج بالعقاقير .

* إستخدام السنارة لإستئصال اللوزتين .

* تحدث عن السرطان في رحم المرأة .

* تحدث عن سبب العقم عند المرأة .

● مؤلفاته

كتاب « كامل الصناعة الطبية » وهو بمثابة موسوعة علمية في الطب النظري والسريري ويحتوي على عشرين مقالة كل منها مقسمة إلى عدد من الأبواب وتتناول المقالات العشر الأولى النواحي النظرية ، أما المقالات العشر الأخرى فتتناول صناعة الطب وقد خص منها مقالة في صميم العمل باليد وتشمل (١١٠) فصول في الجراحة ، وأفرد فيه جزء كبير لعلم العقاقير وأهميته ، وبه أيضاً نصائح كثيرة للطبيب أهمها : -

* الطهارة ، التدين ، رقة اللسان .

* عدم إفشاء أسرار المرضى .

* الحث على ملازمة المستشفيات حتى يسهل الإتصال به عند الضرورة .

* محاولة كسب ثقة المريض .

ويعد هذا الكتاب موسوعة طبية كاملة يرجع إليها الأطباء لمعالجة كثير من الأمراض وفهم أسبابها وأعراضها وتشخيصها ووصف الدواء المناسب لها .

● المصدر :

أعلام علماء العرب والمسلمين في الطب .

الدكتور : على عبد الله الدفاع - ١٤٠٨هـ - ١٩٨٧م .

● إنكسار سيزمي **Seismic Refraction**

ظاهرة إنكسار الموجات السيزمية على الأسطح الفاصلة بين طبقات الصخور المختلفة .

● تفجير **Shoting**

إشعال شحنة ناسفة لتنفجر في بئر نفط لتكسير تكوين جيولوجي صلب متماسك ، فيسمح ذلك بمرور النفط أو يزيد من سرعة إندفاعه .

● ثقب ضيق **Slim Hole**

بئر ضيقة القطر تحفر للدراسات الجيولوجية مثل الإستراتجرافية

● خام حامض (لاذع) **Sour Crude**

نفط طبيعي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت .

● سجل طبقي كيميائي
Spectro Chemical Log

سجل لتحاليل الكيف والكم التي تجري بالطرق الطبقية الكيميائية لبيان العناصر ذات الأهمية في عينات طبقات البئر المتتابعة .

● بئر معايرة **Stilling Well**

بئر نفط يحسب من إنتاجها معدل التناقص في إحتياطي النفط في حقل نفطي معين .

● خام حلو **Sweet Crude**

نفط طبيعي تكاد تنعدم فيه مركبات الكبريت أو يحتوي على نسبه منخفضة منها .

● غاز طبيعي حلو **Sweet natural Gas**

غاز طبيعي يكاد ينعدم فيه كبرتييد الهيدروجين أو يحتوي على نسبة نادرة منه .

● مسح حراري **Temperature Survey**

طريقة للتنقيب الجيوفيزيائي بقياس درجات الحرارة في إتجاهات معينة على سطح الأرض ، يستدل منها على طبيعة الصخر أو البنية الجيولوجية أو كليهما .

● نظام خط الأنابيب المزدوج
Two-Pipeline System

أحد نظم تجميع النفط ، وفيه يفصل الغاز عن النفط بمجرد خروجهما من الحقل ، فيندفع كل منهما في خط أنابيب خاص به إلى محطات مركزية حيث يعامل كل منهما على حده .

المصدر : البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم) مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.



من أجل فلذات أكبادنا

التبخـــر

أبناؤنا وبناتنا الأعزاء

عمليــة التبخـــر هي عمليــة فيـزيـائية تتحـول فيهـا المادة من حـالة إلى أخـرى ، وفي هذه الحالـة يتحول الماء مــن الحالة السائلــة إلى غــاز (بخــار مـــاء) ، ولكي نبرهـن ذلك عملياً يمكــن إجـــراء التجربــة التالية :ـ

● أدوات التجربـــة

تحتــاج التجـــربــة إلى الأدوات البسيطة وذلك على النحو التالي :ـ

١ـ قارورتان (برطمانان) زجاجيتان.
٢ ـ كمية من الماء .
٣ ـ بالونان مطاطيان .
٤ ـ عـدد مـن الخيـــوط المطاطيــة (المغاط) .

● خطـوات التجربـــة

١ ـ أسكب الماء في إحـدى القارورتين حتى تمتلىء ، واترك الأخـرى فارغة ، وضعهما في الغرفـة لفترة وجيزة (٣٠ دقيقة) .
٢ ـ غـط كلا من القـارورتين بقطعـة من البـالـون المطـاطيــة ، واحكم إغلاقهما عن طريـق ربطهما بالخيوط المطاطية (أنظر الشكل) .
٣ ـ أترك القارورتــين لـــدة أربـــع وعشرين ساعة .

● الملاحظـــات

يـلاحظ انتفـاخ في الغطاء المطاطي في القــارورة المليئــة بـالماء بينما ظلت القـــارورة التي بها الهواء دون تغيير على الـرغم من أن كلتا القـارورتين في درجة حرارة واحدة .

● التفسيــر

إن جـزيئات الماء في حـركة دائمـة حيث أنها تتصاعـد إلى الجو في ظاهرة تسمى التبخر . وفي هذه التجـربة فإن وجود الغطـاء المطاطي لم يجعـل هذه الجزيئات حـرة الحركة ممـا سبب في ضغط الغطاء وانتفاخـه الذي ظهر في فـوهـة القارورة المليئـة بـالماء ، أمـا القارورة المليئـة بالهواء لم يحدث بها تغيير لعدم وجود مادة قابلة للتبخر .



المرجـــع :

Bob Browrn 666 Tricks 8 Experiments Tals Book No. 881. P. 168.

كتب صدرت حديثاً



أزمــة البحــث العلمــي فــي العالــم العربــي

صدرت الطبعة الثالثة من هذا الكتاب عام ١٤١٣هـ ـ ١٩٩٢م . وهو من تأليف الدكتور / **عبد الفتاح خضر** وإصدار مكتب صلاح الحجيلان للمحاماة والإستشارات القانونية ـ الرياض .

جاء الكتاب في ١٤٤ صفحة من الحجم المتوسط ومحتويا على تقديم ومبحث تمهيدي لبعض مفاهيم البحث إضافة إلى فصلين وخاتمة وملحق عبارة عن نظام حقوق المؤلف بالمملكة العربية السعودية عام ١٤١٠هـ .

يستعرض الفصل الأول من الكتاب مشكلة البحث العلمي من حيث جوهرها وأبعادها وأسباب مشكلة الإنتاج الفكري الهابط وأثره .

أما الفصل الثاني فيتناول مقترحات علاجية للإنتاج الفكري الهابط حيث يقترح ضرورة الإهتمام بالتكوين العلمي والثقافي للباحثين ووضع معايير لتقويم البحث ، وتنمية القدرات الإبداعية والإهتمام المبكر بها ، وتدعيم حماية الإنتاج الفكري .

الطاقة الجديدة والمتجددة

قام بتأليف هذا الكتاب **د. سنية محمد عبد الرحمن الشافعي** ، وهو صادر عام ١٤١٣هـ ـ ١٩٩٢م عن مكتب التربية العربي لدول الخليج ـ الرياض .

جاء الكتاب في ١١٢ صفحة من الحجم المتوسط ومتناولا الموضوعات التالية : تمهيد ، مفهوم الطاقة وأنواعها ، مصادر الطاقة ، المشكلات الناجمة عن الطاقة ، اختبر معلوماتك حول الطاقة ، قس اتجاهك نحو الطاقة ، قائمة المراجع .



دليل مصطلحات الوحدات الصخرية لحقب الحياة القديمة وأسفل حقب الحياة المتوسطة في المملكة العربية السعودية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ١٩٩٣م عن مطابع الفرزدق التجارية بالرياض ، وهو من تأليف الدكتور / **عبد العزيز ابن عبد الله اللعبون** ، ويبلغ عدد صفحاته ٥٠٨ صفحة من الحجم المتوسط ، والكتاب عبارة عن جزء من ثلاثة أجزاء حيث سيظهر الجزئين الآخرين تباعاً ، وقد أوضح المؤلف في هذا الكتاب أن صخور حقب الحياة القديمة وأسفل حقب الحياة المتوسطة مؤهلة لتكوين النفط وخزنه وحبسه ، وبالتالي أصبحت هدفاً مهماً لعمليات الإستكشاف بحثاً عن المياه الجوفية والنفط والمكثفات والغاز الطبيعي .

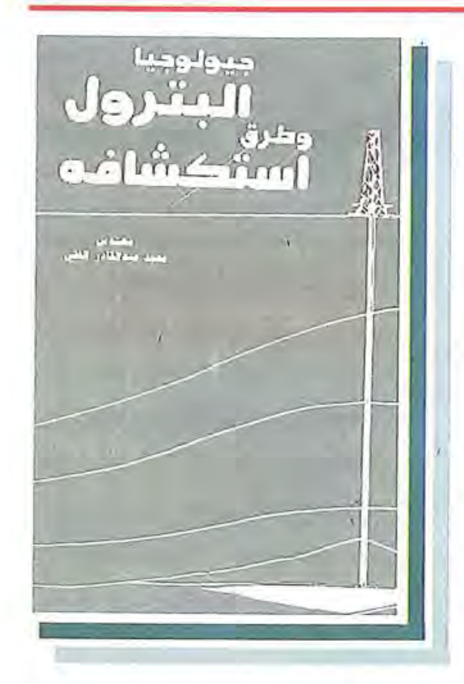
يضم هذا الكتاب أكثر من ٢٧٢ مصطلح أو تعريف لوحدات صخرية رتُبت فيها المعلومات الأساس لكل وحدة صخرية بذكر إسمها ، وعمرها ، وسنة الدراسة أو نشرها ، وإسم الباحث أو الجهة التى قامت بالبحث . إضافة إلى ما تحتويه من أحافير مرشدة ومقطعها المثالي ومقطعها المرجع وسماكتها وتماساها (العلوي والسفلي) وملاحظات المؤلف عن كل وحدة ، وذكر المراجع التى وردت في كل وحدة .

يضم الكتاب ٧٧ شكلاً و ١٠٨ مرجعاً و ٤١ تقريراً جيولوجيا لم يتم نشرها بعد .

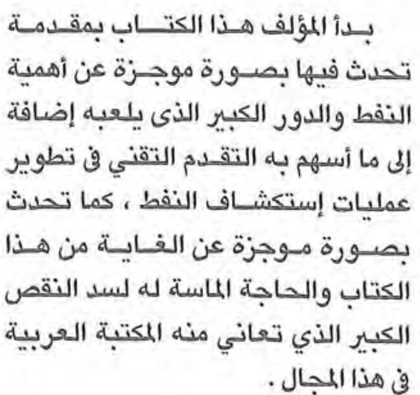
عرض كتاب

جيولوجية البترول وطرق إستكشافه

د . محمد الدايل



يقع الكتاب في إثنين وتسعين ومائة صفحة من الحجم المتوسط وقد قام بتأليفه المهندس / محمد عبد القادر الفقي في عام ١٩٨٩م ، وقامت بإصداره شركة ماس للإستشارات والخدمات بالكويت . هذا الكتاب مقسم إلى خمسة أقسام تشغل ١٨٠ صفحة من الكتاب بينما تحتل المراجع العربية والأجنبية وقائمة المحتويات الجزء المتبقي .



بدأ المؤلف هذا الكتاب بمقدمة تحدث فيها بصورة موجزة عن أهمية النفط والدور الكبير الذي يلعبه إضافة إلى ما أسهم به التقدم التقني في تطوير عمليات إستكشاف النفط ، كما تحدث بصورة موجزة عن الغاية من هذا الكتاب والحاجة الماسة له لسد النقص الكبير الذي تعاني منه المكتبة العربية في هذا المجال .

خصص المؤلف **القسم الأول** من هذا الكتاب للحديث عن جيولوجيا النفط وذلك لما لعلم الجيولوجيا من أهمية كبيرة في مجال الدراسات النفطية والبحث والتنقيب ، حيث بدأ المؤلف هذا القسم بالحديث عن ماهية الجيولوجيا إضافة إلى تعريف بفروع الجيولوجيا ذات الصلة بالتنقيب عن النفط شملت جيولوجيا البترول ، الجيوفيزياء ، الجيوكيمياء ، الصخور ، الطبقات ، إضافة إلى علم الحفريات . كما تحدث المؤلف عن التركيب الجيولوجي والتاريخ الجيولوجي للأرض إضافة إلى إستعراض بعض النظريات الشهيرة لتفسير الكيفية التي تكَون بها النفط في الطبقات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض ، حيث ذكر أن النظرية العضوية هي أكثر النظريات قبولاً لدى العلماء ، وتتلخص النظرية العضوية في أن أصل النفط عبارة عن نباتات وكائنات دقيقة دفنت بعد موتها تحت الماء خلال العصور الجيولوجية التي غمر الماء فيها سطح الأرض وغطى مناطق كبيرة منها ، ومع مرور آلاف السنين تراكمت الطبقات ونتيجة للثقل المتزايد لهذه الطبقات والضغط الناتج والحرارة تحللت المواد الهيدروكربونية بمرور الوقت لينتج عنها النفط والغاز ، كذلك تحدث المؤلف في هذا القسم عن أماكن تواجد النفط حيث ذكر أن البحث غالباً ما ينحصر في المناطق التي تتواجد فيها تراكمات طبقية من الصخور الرسوبية ، وذلك لكون هذه الصخور المكان الذي دفنت فيه المواد الحيوانية والنباتية ، كما تحدث المؤلف عن الإعتبارات التي عادة ما يأخذها الجيولوجيون لإختيار أماكن التنقيب .

أفرد المؤلف **القسم الثاني** للحديث عن المكامن البترولية حيث أشار إلى الخطأ الشائع لدى الكثير من الناس إلى أن النفط موجود تحت سطح الأرض على شكل بحيرات جوفية موجودة داخل تجاويف أو مغارات تقع بين طبقات الأرض المختلفة بينما الصحيح أن النفط والغاز الطبيعي يتراكم كل منها في مسام الصخور ، كما تحدث عن المعلومات التي يجب أن تتوافر عند الحاجة في تقييم أي مكمن بترولي على إنتاج النفط أو الغاز ، ومن هذه المعلومات معرفة قدرة السوائل والغازات على التدفق والسريان خلال صخور الطبقات الجوفية والتي تحدد بعاملين مهمين هما المسامية (Porosity) والنفاذية (Permeability) ، وتناول بالتفصيل كل من هذين العاملين .

إستعرض المؤلف في **القسم الثالث** من الكتاب المصائد النفطية من ناحية طرق تكونها وأنواعها ، حيث يتواجد النفط في المناطق التي تتميز بعدم الإنتظام في الطبقات الصخرية المختلفة الموجودة تحت سطح الأرض كوجود الطيات والصدوع والقباب . كما أن هذه المصائد عادة ما تكون محاطة بتكوينات وطبقات من

الصخـــور الصلـــدة كالملـح الصخـــرى والطـــين الصفحـــي والأنهيـدريت والتى تعمل كحـاجـز للنفط دون خـروجه مـن جوانب هـذه المصيـدة أو تعـرضـه لـلأكسـدة . كما تحدث المؤلف عـن أنــواع المصـائد النفطيـــة والتي شملـت المصـــائد التركيبيـة التي تتكون بسبـب حركـة الصخور مما ينتج عنهـا حدوث طيات أو صدوع في الطبقـات الصخريـة ، أما النـوع الثـاني وهو المصـائد الطبقيـة فإنها تتكـون بسبب إختلاف النفـاذية بين الطبقـات الصخـريـة المختلفـة ، ويتواجـد هذا النـوع من المصـائد عند تواجد نوعـان من الصخور أحدهما ذو نفـاذيـة عـاليـة بحيث يمكن لقطـرات النفط وجـــزيئـات الغـاز أن تتجمع وتتراكم والآخـر صلــداً وغير مسـامي ويقع حـول حـواف النـوع الأول حيث يعمل كحـاجـز . والنـــوع الثـالث هي المصـائد المختلطـة حيث يتواجـد كـلا النـوعين السـابقين من المصائـد ، أى أنهـــا نشـــأت من إتحـــاد عـوامل جيولوجية تـركيبية (صدوع وطيات) وعوامل جيولوجية طبعية .

تحدث المؤلـف في القسم الرابع عن إستكشـاف وطـرق البحث عن النفط . حيث ذكـر أن البحـث عن هــذه المادة الإقتصاديـة ليس بالأمـر السهل وإنما يتطلب الكثير من الجهد والمال إلى جانب جـزء من الحظ ، فـوجـود التراكيب الجيولـوجية مثـلاً لا يعني بالضرورة تواجـد النفـط . كمـا أن البحـث عن النفـط الآن أصبح يعتمــد على أشخاص متخصصين في عدة فروع من العلـوم المختلفـة في البحث والتنقيب إضافـة إلى تواجـد تقنية متقـدمة ، كما تحدث المؤلف في هذا القسـم عن الطرق المستخدمـة لإستكشاف أمـاكن تـواجد النفط حيث تبدأ بالطرق الإستكشافية الجيولـوجية وفيها يقوم الجيـولوجي بعملية مسح للمنطقـة (حقلي أو جوي بوساطة الطائرات ، أو بحري بوساطة المراكب الخاصــة) ، كـذلك تحــدث المؤلـف عن الطرق الجيـوفيـزيائيـة والتي تشمل الطـرق المغنـاطيسيـة ، الجاذبية ، السيزمية إضـافة إلى الطرق الكهربائية .

وتحدث المؤلف كـذلك عن الطـرق الجيوكيميـائية والهيـدروجيولـوجية إضافـة إلى حفر الآبـار الإستكشافيـة . ذكـر المؤلـف أن إزديـاد الأسعـار في الفترة من بـدايـة السبعينـات إلى أوائل الثمانينـات الميـلاديـة أدى إلى زيـادة عمليـات الإستكشـــاف بشـكل كبـير وذلك لزيـادة المـردود الإقتصـادى لهـذه المـادة الحيوية .

أعطى المؤلـف في القسم الخامس من الكتـاب لمحة تـاريخيـة عن البحث عن النفط ، حيث ذكـر أن معـرفة الإنسـان بالنفـط تعود إلى ما قبـل بداية تـدوين التــاريخ ، ثم تحدث عـن عــلاقـة الحضـارات المختلفة على مـر العصـور بـالنفط ، حيث بدأ بـالفراعنة وذكـر أنهم عرفـوا النفط حيث إستخـدموه في أغراض عديــدة منها التحنيــط ، كمـا دلـت الحفريات الأثرية التي أجريت في منطقـة حـوض الـرافـدين على وجـود صناعة يدوية عند البابيلين لإستخراج البترول بطــرق بــدائيـــة كما أنهم إستخــدمـوه كـدواء لعــلاج بعض الأمراض .

أمـا الصينيـون فقـد إشتهـروا بالبراعة في حفر الآبار حيث وصل عمق الآبــار ٣٥٠٠ قـدم وذلك قبل ميـلاد المسيح بعـدة قـرون أما الإغـريق فقد إستخدموا القار في طلاء السفن وكوقود إضافة إلى صناعة الأقمشة التي لا تنفذ الماء .

بعـد ذلك تحدث المؤلف عن معرفـة العرب بالنفط قديماً حيث عرف العرب النفط من خلال تسربه إلى سطح الأرض في المنطقــة الشرقيـــة من الجزيــرة العـربية وفي بـلاد العراق ، وقـد حفلت كـتب الـتراث العــربي بإشارات كثيرة إلى النفط وأنـه مـادة مشتعلـة ، كما أن تقـطير النفط عــند العرب قــد وصـل إلى درجـــة كبيرة من التطـور على يــد علماء الكيميـاء أمثال جـابر بن حيـان وابن سينـا والرازي ، حيث نقلـوا هذه المعــرفة إلــى الغـرب إبـان حكمــهم لأسبانيا .

تضمن الجزء الأخير من هـذا الكتاب سرداً للمـراجع العــربيـة والأجنبيـة وحديثاً في سطـور عن المؤلف إضافة إلى بيان بمحتويات الكتاب .

من خـلال إستعـراض هذا الكتـاب يتضح الجهد الطيب الـذى بذله المؤلف في إعداد محتـوياتـه ومحاولة تغطيـة جميع جـوانب الموضـــوع بطـريقـــة منهجيـة مترابطة وأسلـوب مبســط ، كمـا قام المؤلف بتـدعيم مادة الكتـاب بكم لا بأس بـه من الصـور والأشكـال التـوضيحيـة والتى تسـاعـد فــي إستيعـــاب المواضيـــع العلميـــة الموجودة.

الجدير بالذكر أن الملاحظة الوحيدة على هذا الكتاب هي أنه على الرغم من أن المنطقـة العربيـة ـــ وخـاصة منطقـة الخليج العـربي ـــ هـي أغنى منـاطق العــالم بـالنفـط إلا أن المؤلف لم يعط أمثلـة تطبيقيـة وتفصيليـة من هـذه المنـاطق . وأخيراً يمكن القول بأن هـذا الكتاب مفيد بالدرجة الأولى لدارسي علم الجيــولـوجيـا وهنـدســة النفط في الجـامعـات ، وكذلك لمن لـديهم الرغبـة والإهتمام بمادة النفـط وطــــرق إستكشافـه .



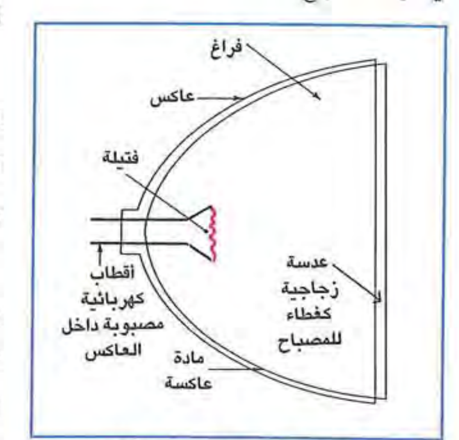
كهرباء السيارة
(جـ) دائرة الإضاءة

إعداد : د . حامد بن محمود صفراطة

تعد دائرة الإضاءة في السيارة من الدوائر الكهربائية المهمة وهي صمام أمان لاستخدام السيارة سواءاً أكان ذلك ليلاً أم نهاراً ، وتلزم لوائح المرور والفحص الدوري في المملكة أن تحتوي كل سيارة على أنواع الإضاءة التالية : ـ

● مصابيح الإضاءة الأمامية

هناك عدّة أنواع من مصابيح الإضاءة الأمامية أولها نوع محكم الإغلاق (Seald - Beam) ويتكون من فتيلة (Filament) وعاكس وغطاء زجاجي وبذلك يكون المصباح كوحدة واحدة تشتمل على



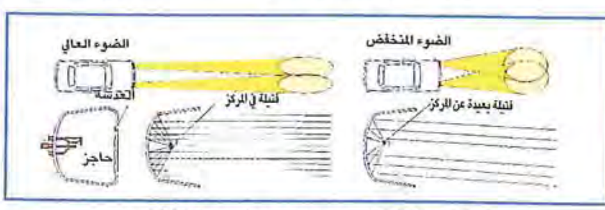
● شكل (١) مصباح محكم الغلق .

مصدر الضوء والعاكس والعدسة . ويمتاز هذا النوع بثمنه المنخفض ولكنه لا يمنح إلا قدراً يسيراً من الضوء يبلغ حوالى ٨٠,٠٠٠ شمعة فقط ، كما أن لون ضوئه يميل إلى الإصفرار . أما النوع الثاني فهو مصباح الهالوجين ويمتاز على النوع الأول بضوئه الباهر الأبيض وقدرته التي تتجاوز ١٥٠,٠٠٠ شمعة ولكنه مرتفع الثمن .

هناك نوعان من مصابيح الهالوجين أولها النوع المحكم الإغلاق والآخر الذي يتكون المصباح فيه من الأجزاء المنفصلة التالية وهي : مصباح صغير ، مصدر الضوء ، وعاكس وعدسة جميعها تركب لتشكل مصباح السيارة .

تُركب جميع مصابيح الإضاءة الأمامية للسيارة على إطار يمكن تحريكه لتوجيه الضوء الوجهة المطلوبة لإضاءة الطريق (Light Aiming) .

هناك حالتان للضوء الأمامي الأولى تعطي الضوء على مسافات طويلة (الضوء العالي) ويستخدم في الطرق الخالية من السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس ليلاً فتمنح السائق الفرصة لرؤية أوسع مدى ، والأخرى الضوء المنخفض حيث يوجه الضوء مباشرة على الطريق أمام السيارة فيتيح للسائق رؤية



● شكل (٢) الضوء العالي والضوء المنخفض .

محدودة ولكنه يمنع الأذى عن أعين السائقين القادمين من الإتجاه المعاكس والمواجهين للضوء مباشرة .

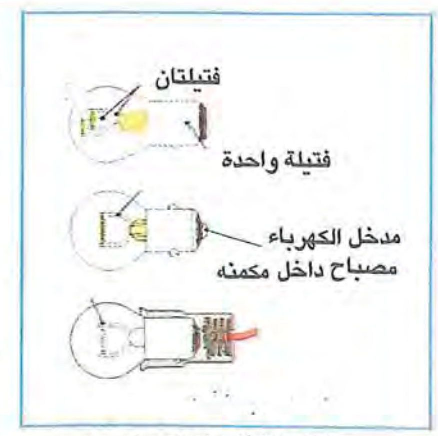
يتم التغيير من الضوء العالي إلى المنخفض كما يتضح من الشكل (٢) من تغير وضع فتيلة الإضاءة ، فعند استخدام الإضاءة العالية يتم توصيل الكهرباء للفتيلة الموجودة في مركز العاكس وبذلك تنطلق أشعة الضوء متوازية وموجهة إلى الأمام في إتجاه سير السيارة ، بينما في الضوء المنخفض يتم توصيل الكهرباء للفتيلة الموجودة بعيدا عن مركز العاكس وبالتالي تنحرف الأشعة إلى أسفل .

● مصابيح الإضاءة الخلفية

تتكون مصابيح الإضاءة الخلفية من مصابيح صغيرة توضع في حيز غطاءه أحمر اللون له عاكس إذا سلط عليه الضوء من السيارات التي تسير من خلفه إنعكس اللون الأحمر منبهاً السائقين بأن هناك سيارة تسير أمامهم كما هو موضح في الشكل (٣) .

وقد تم تزويد هذه المصابيح الصغيرة بفتيلتين للإضاءة ، الأولى قدرتها ١٨ وات تضيء مع إستخدام الإضاءة في السيارة والأخرى قدرتها ٥٠ وات تضيء عند إستخدام المكابح ، ويوضح الشكل (٤) أنواع المصابيح ذات الفتيلة الواحدة وذات

● شكل (٣) الأضواء الخلفية .



● شكل (٤) أنـواع المصـابيـح .

الفتيلتـين .

● مصابيح إشارات الدوران

إن مصبـاح إضاءة إشـارة الدوران لـه لون برتقـالي يضيء وينطفيء بمعدل يتراوح ما بين ٦٠ إلى ١٢٠ مرة فى الدقيقة الواحدة ، ويتم ذلك عن طـريق وحدة تقطيع متكـررة للتيار مـوجودة فى دائرة إشـارات الدوران . ويبين الشكل (٥) وحـدة تقطيع التيـار ، إذ عنـدمـا يحرك السـائق ذراع الإشـارات إلى الإتجاه الذى يـريده يمر تيار كهـربائي عبر سلك مقـاوم للتيـار فيكـون التيـار صغيرا لايكفي لإضاءة مصـابيح الإشارة لكنه قادر على تسخين السلك المقاوم ، وعنـدما يسخن سلك المقاومة فإنه يتمدد ومن ثم يدفع ذراع التوصيل إلى التـلامس فيمر تيار كهـربائي كبير خلال الـذراع فتضيء مصابيح الإشارة حيث يمـر نفس هـذا التيـار الكبير فى الملف الكهـربـائي المغنـاطيسى فيتـولـد مجال مغناطيســى قوى يجذب الذراع الثـانى ليتم التـلامس مع دائرة أخرى ، وينقطع التيـار تمامـا عن دائرة مصـابيح الإشـارة فتطفأ ، وفي الـوقت نفســه يفقـد الملف المغنـاطيسي مغناطيسيته فيرتد الـذراع الثـانى بعيداً عـن التـلامس فينفصـل التيـار عنـه أيضـاً ، وبهذا تتم الدورة لتبدأ من جديد .

● إضاءة التحذير والخطر

وهـو عبارة عن وحـدة تقطيع بسيطـة تتكـــون مـن إزدواج حراري من معـدن يتمدد بشدة وآخر قليل التمدد ، شكل (٦) ، فعندما يصل السـائق مفتاح الإضـاءة التحذيـرية والخطـر يمر التيـار فـــى الإزدواج الحراري وبالتـالى تضيء المصابيح ، وكذلك يسخن جهـاز الإزدواج المكـــون من جزئين ، جـزء علوي يتمدد بشـدة وآخر سفلي قليل التمـــدد . ويسبب ذلك فصـــلاً لـلإزدواج الحراري يؤدي إلى تمدد الشطـر العلوي وبالتالي ينفصـل التيار الكهربائي ، وبعـدهـا يبرد الإزدواج ليعـــود إلى شكلـه العادي فيتصل التيار مرة أخرى وهكذا .

السلك المقاوم
الملف الكهربائي المغناطيسي
نقاط التلامس
السلك المقاوم
ذراع الإشارة
نقاط التلامس
الذراع الثاني
مصباح الإشارات داخل السيارة
البطارية
مصباح الإشارة للدوران يساراً

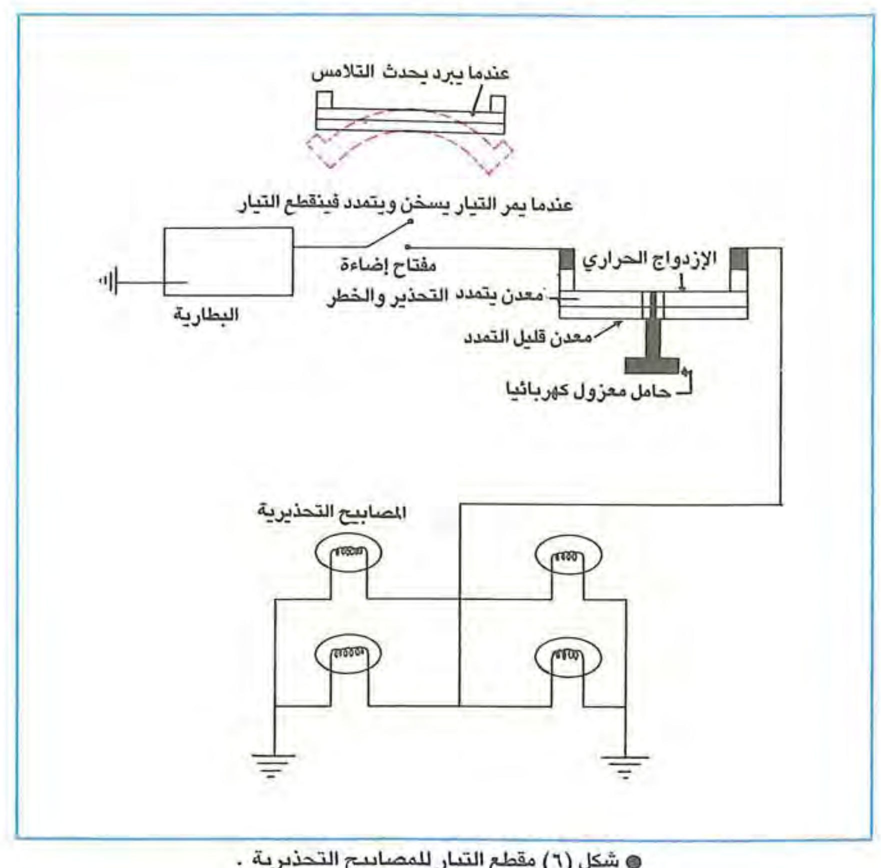
● شكل (٥) مقطع التيار لمصابيح إشارة الدوران .

● مصابيح الإضاءة الخلفية

عندما تتحـرك السيارة إلى الخلف يضـاء مصبـاحـان أبيضـان لإعـلام الآخـرين أن السيارة تســير للخلف وفـي الـوقت نفسه تمنح السـائق إضـاءة جيـدة للخلف الـذي يتحرك نحوه .

● إضاءة اللوحات

تتم إضـاءة اللـوحات بمصبـاح صغير يـوضـع فـوق أو تحت لوحـة الأرقـام حتى يمكن قراءتها .



● شكل (٦) مقطع التيار للمصابيح التحذيرية .



الإستخلاص المحسن للنفط السعودي بالغمر بمحاليل المواد المنشطة سطحيا (Surfactants) ومحاليل البوليمر

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بدعم مشروع بحثي بعنوان « دراسة معملية ورياضية للإستخلاص المحسن للنفط للحقول السعودية بوساطة الغمر بمحاليل المواد المنشطة سطحيا ومحاليل البوليمر » وقد تم إجراء البحث بقسم النفط - جامعة الملك سعود فى الفترة من ١٤٠١هـ إلى ١٤٠٤ هـ، وكان الباحث الرئيسي الدكتور أحمد الحاج محمد توتوجي ، ويهدف المشروع إلى تطوير طرق محسنة لإستخلاص الزيت المتبقي من الحقول البترولية السعودية ، حيث أن أي طريقة ينجم عنها إستخلاص نسبة أكثر من النفط المتبقي ستكون لها أهمية كبرى .

شملت أهداف الدراسة إختبار طريقة الضخ بمحاليل المواد المنشطة سطحياً ومحاليل البوليمر في ظروف المكامن السعودية التي تتميز بوجود نسبة عالية من الأملاح (تصل إلى ٢٠٪) في المياه المصاحبة للنفط ، وذلك عن طريق إجراء دراسات معملية على محاليل المواد المنشطة سطحيا ومحاليل البوليمر وإزاحة الزيت بوساطة هذه المحاليل في العينات الصخرية ، وقد تم استخدام بعض أنواع المحاليل المنشطة سطحياً المنتجة تجاريا وتمت دراسة الموضوعات التالية :-

١ - دراسة التصرف الطوري لثلاثة أنواع من المواد المنشطة سطحياً مع خام حقل السفانية وفي الظروف المكمنية من الملوحة ودرجة الحرارة .

٢ - إجراء تجارب الغمر لعينات مشابهة لصخور المكمن وذلك بمحاليل المواد المنشطة سطحياً والبوليمر بغرض دراسة تأثير خواص الصخور والسوائل على كفاءة الإزاحة .

٣ - دراسة تأثير التميع والإدمصاص على سطح الوسط المسامي فى عملية الإزاحة .

أوضحت نتائج البحث في ظروف المكامن السعودية أن الإذابة تعتمد على درجة تركيز الملح ، درجة الحرارة ونسبة وجود أيونات الكالسيوم في الماء ، وأن السيرفاكتنت (س - ٤٢٠) هو الأفضل من حيث درجة الإذابة في ظروف مكامن المملكة .

وقد وجد أن البوليمر يحسن درجة الإذابة عند نسب الملح المنخفض . كما أن التوتر السطحي يقل بزيادة تركيز الملح وارتفاع درجة الحرارة .

وقد أوضحت نتائج تجارب الإزاحة باستخدام الأوساط المسامية المتماسكة وغير المتماسكة أن نسبة إستخلاص النفط المتبقي تقل بإرتفاع درجة الحرارة ، وأن لها علاقة بنسبة تركيز الملح حيث أنها تقل بزيادة تركيزه حتى ١٠٪ ، ثم تزداد بعد ذلك وتثبت عند ٢٠٪ ، أما الإدمصاص فيزداد بزيادة تركيز الملح إلى ١٠٪ ثم يقل بعد ذلك . ومن المتوقع بناء على نتائج تلك الدراسة إمكان إستخلاص حوالي ٣٠٪ من النفط المتبقي في ظروف الملوحة والحرارة في المكامن السعودية بإستخدام ١٠٪ من حجم الفراغات من محلول السيرفاكتنت ، ويمكن تحديد النسبة الفعلية للإستخلاص بإجراء تجارب حقلية على أحد المكامن .

كذلك تم تطوير وإختبار نموذج رياضي لعملية إستخلاص الزيت بالغمر الكيميائي تتضمن ضخ محاليل كيميائية لتقليل التوتر السطحي بين الزيت والمواد المزيحة ، يعقبها ضخ محلول بوليمر لتحسين كفاءة الإزاحة بوساطة التحكم الحركي .

وقد إستُخْدِمَ النموذج المطور للتعرف على تأثير بعض العوامل المؤثرة على عملية الغمر للمحاليل المنشطة سطحياً مثل تركيزها وتركيب وحجم المحلول الذي تم ضخه ، وأوضحت النتائج لهذه الدراسة أن محلولا من هذه المواد والماء المالح يعد أكثر كفاءة لإستخلاص الزيت من محلول من المواد المنشطة سطحياً والزيت .

وقد أوضح البحث أن كتلة كبيرة من هذه المحاليل بتركيز منخفض تعد أكثر كفاءة في إستخلاص النفط من كتلة صغيرة ذات تركيز مرتفع .

مؤتمر ومعرض للكيمياء

تقيم الجمعية الأمريكية للكيمياء (فرع السعودية) بالتعاون مع جمعية الكيمياء بالبحرين المؤتمر والمعرض العالمي الثاني للكيمياء في الصناعة وذلك بمركز المعارض في البحرين بالمنامة في الفترة بين ٢٤ إلي ٢٦ أكتوبر عام ١٩٩٤م .

الجدير بالذكر أن المؤتمر الأول كان ناجحاً إذ حضره أكثر من ٤٠٠ شخصاً وقدمت فيه أكثر من ثمانين ورقة علمية من ثلاث عشرة دولة . كما شمل المعرض منتجات أكثر من ستين شركة قدمت فيه منتجات فى مختلف فروع الكيمياء الصناعية (معدات ، كيميائيات ، تقنيات حديثة بإستخدام الحاسب الآلي) . وستوفر القاعة الجديدة للمعارض بالبحرين مجالاً أوسع لإستقبال مزيد من المشاركين والعارضين والزوار فى المعرض المقبل . إضافة إلي ذلك فهناك أنشطة جديدة تشمل حلقات دراسية قصيرة وورشات عمل مهنية فى مجال الكيمياء الصناعية .

تشمل المواضيع الرئيسة للأوراق العلمية : ـ كيمياء تصفية البترول ، تقنية البترول ، الكيمياء البترولية ، الكيمياء البيئية ، الكيمياء العامة . أما المعرض فتشمل معروضاته المجالات الصناعية في المواضيع المذكورة سابقاً إضافة إلى مجال إستخدام الحاسب الآلي في الصناعات البترولية . الدعوة موجهة للعلماء والشركات للمشاركة ، هذا ويرجى الإتصال بالجهة المنظمة للمؤتمر لمعرفة عناوين الأوراق العلمية التي يرجى الكتابة فيها وكذلك معرفة تفاصيل كيفية الإشتراك فى الحلقات الدراسية والمعرض وذلك على العنوان التالي : ـ

معرض الكيمياء فى الصناعة
ص . ب ١٧٢٣ الظهران ٣١٣١١
المملكة العربية السعودية

الرياضة والأمهات الرضع

أظهرت دراسة حديثة أن الأمهات الرضع اللائى يمارسن الرياضة قبل ميعاد الرضاعة يرفض رضيعهن الرضاعة . بسبب حامض اللبن (Lactic Acid) الذي يتكون نتيجة الرياضة ويدخل جزء منه ضمن مكونات لبن الأم، وتذكر الباحثة **جانيت ولاس (Janet P.wallace)** من جامعة إنديانا فى الولايات المتحدة الأمريكية أن حامض اللبن غير ضار لكنه حمضي المذاق بالنسبة للأطفال الرضع ، وتضيف الباحثة أن حاسة الذوق عند الأطفال حديثي الولادة حادة لدرجة أنها تميز التغير الطفيف فى لبن الأم .

قامت الباحثة ومجموعتها بدراسة شملت ٢٦ من المرضعات حيث تم إخضاعهن إلي الرياضة لفترة طويلة وقياس كمية حامض اللبن فى عينات من اللبن أخذت قبل الرياضة وبعدها بنصف ساعة . كذلك شملت الدراسة مقارنة لدى قبول الأطفال لرضاعة أمهاتهم فى كلتا الحالتين .

وقد أظهرت النتيجة أن الأطفال لايقبلون على رضاعة أمهاتهم بعد التمارين الرياضية .

وأشارت دراسة حديثة أجرتها الباحثة مع آخرين إلي زيادة فى حامض اللبن حتى عند المرضعات اللائي يعملن أعمال جسمانية متوسطة أو بسيطة ، كذلك أوضحت الدراسة إنه علي الرغم من أن خلو الثدي من اللبن أثناء الرياضة يريح المرضع إلا أن كمية الحامض اللبني المتكونة بعد الرياضة ستكون عالية بعد فترة قليلة . وقد تأخذ كمية حامض اللبن في الإنخفاض لفترة لا تقل عن الساعة والنصف . وتقترح الباحثة علي الأمهات الإقلال من الرياضة أثناء فترة الرضاعة .

المرجع :

Science News vol. 142, July 1992, P.4.

مخاطر الأوزون

من فوائد الأوزون (O_3) أن وجوده في الطبقات العليا من الجو يحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة التي تصدر من الشمس عن طريق إمتصاصها . وتسبب بعض غازات الإحتباس الحراري وعلي الأخص الكلورو فلور كربونات عندما تتصاعد إلي طبقات الجو العليا في تآكل طبقات الأوزون وتكوين ما يسمي بثقب الأوزون الذي بسببه تزداد الأشعة فوق البنفسجية التي تسقط علي الأرض وتؤثر على الكائنات الحية فيها .

ولكن في الطبقات الدنيا من الجو فإن وجود غاز الأوزون يعد غير موجود بسبب تأثيره البيئي علي الإنسان والحيوان والنبات .

ينشأ غاز الأوزون في هذه الحالة نتيجة تفاعل كيموضوئي بين غاز الأكسجين وغاز أكسيد النيتروجين المنبعث بصفة أساس من عوادم السيارات .

وقد قامت السلطات في مدينة المكسيك في مارس عام ١٩٩٢م بقفل المدارس والمصانع وأمرت حوالي ٤٠٪ من السيارات العاملة ـ وعددها الكلي ٣ مليون سيارة ـ بالتوقف بسبب الزيادة الحادة في كمية الأوزون المنبعث من السيارات والمصانع حيث بلغ ٤٦٠ جزء من بليون ـ أربع أضعاف الحد المسموح به ـ في الجزء الجنوبي من المدينة .

مما يجدر ذكره أن مدينة المكسيك هي الأكثر معاناة من مشاكل تلوث الهواء مقارنة بغيرها من مدن غرب الكرة الأرضية بسبب وقوعها في حوض تحيطه جبال بركانية ولذلك فإن ارتفاع الضغط الجوي يجعل الغازات المنبعثة من السيارات والمصانع تتراكم مسببة زيادة ملحوظة في غاز الأوزون .

ومما يزيد الأمر سوءاً أن إستخدام السيارات للوقود المضاف إليه الرصاص ينجم عنه زيادة ملحوظة في كمية الرصاص فوق سماء المدينة مسبباً مشكلة بيئية أخرى .

ويذكر **جيرالد ستريت (Gerald Streit)** من المختبر الوطني المكسيكي أن التلوث الهوائي في مدينة المكسيك عام ١٩٩٠م يعادل التلوث الذي وصلت إليه مدينة لوس انجلوس في الولايات المتحدة الأمريكية قبل عشرين عاماً عندما كان في ذروته آنذاك ثم انخفض بفضل القوانين الصارمة للسيارات ليصبح معدل انبعاث الأوزون عام ١٩٩٠م حوالي ٥٠٪ مما كان عليه في ذلك الحين . ويدرس **ستريت** الإجراءات الكفيلة لتخفيف الأوزون حتى لا تحدث كارثة بيئية مدمرة للمدينة المكتظة بالسكان .

المرجع :

New Scientist, 28th march 1992, P 19.



مع القراء

أعزاءنا القراء

أهلا بكم مع هذا العدد الجديد من مجلتكم والذي نأمل أن ينال رضاكم وإستحسانكم ، ويضيف شيئا إلى معارفكم .

وإيمانا منا بأهمية رسائل القراء وحق أصحابها في الإجابة على إستفساراتهم ومناقشة مقترحاتهم ، فإنه يسعدنا في هذا العدد أن نرد على بعض رسائلكم التي ما برحت تردنا ـ كل يوم ـ بغزارة ، إلا أنه سيتم الإقتصار على عدد معين من الرسائل وبالقدر الذي تسمح به هذه الصفحة ، مؤكدين أن مساحة قلوبنا تتسع للجميع في كل أرجاء الوطن العربي ، وأهلاً بكل القراء .

● **الأخ / إسماعيل عجيمي ـ الجزائر**

شكراً على ثنائك على المجلة ومحبتك لها وسوف نعمل على إيصال المجلة إليك في أقرب فرصة .

● **الأخ / سواحية حسان ـ الجزائر**

شكراً على ما تطرقت إليه في رسالتك للمجلة والعاملين فيها ، وقد تم إرسال الأعداد التي طلبتها .

● **الأخ / عبد الكريم محمد آل داهش ـ الرياض**

شكراً على ثنائك العطر على المجلة والعاملين فيها وما تتناوله من مواد علمية ، أما بخصوص تطرقها للموضوع الواحد في جميع أعدادها فهذا نهج سارت عليه منذ صدورها ، وقد نال إستحسان معظم القراء .

● **الأخ / حواس نوفل ـ الجزائر**

العاملون في المجلة والقائمون عليها يشكرون لك ثناءك وإطراءك ، وقد أُرسلت إليك الأعداد التي طلبت .

● **الأخ / حماته صالح ـ الجزائر**

أهلاً بك صديقا للمجلة ، أما بخصوص طلبك فإنه لا يدخل ضمن إمكانات المجلة .

● **الأخ / عبد العزيز حمود علي الشمراني ـ الباحة**

نرحب بك صديقاً جديداً للمجلة ، أما بخصوص الأعداد التي طلبتها فهي في طريقها إليك .

● **الأخ / د. محمد السعيد صالح الزميني ـ الأحساء**

شكراً لمشاعرك الفياضة تجاه المجلة، كما يسعدنا إستقبال ما ترسله من مقالات قيمة .

● **الأخ / خالد هادي جابر ـ جازان**

نعتذر عن تحقيق طلبك إذ أن المجلة ترسل إلى مدرستك وجميع مدارس المملكة المتوسطة والثانوية بنين وبنات .

● **الأخ / المهندس عبد العزيز عبد العليم الصحفي ـ رابغ**

شكراً لمشاعرك الصادقة تجاه المجلة وسوف تصلك الأعداد التي طلبت على عنوانك إن شاء الله .

● **الأخ / الصيدلي إبراهيم علي حسن أبو رمان ـ الأردن**

القائمون على المجلة يشكرون ثناءك وحسن إطرائك ، أما بخصوص موضوع الأدوية فقد تناولته المجلة في عددين سابقين ، نرحب بك في مواضيع أخرى ، أما الأعداد التي طلبت فسنحاول توفيرها وإرسالها إليك على عنوانك .

● **الأخ / صالح سويعد الرفاعي ـ ينبع البحر**

شكراً على مشاعرك الطيبة تجاه المجلة والعاملين فيها والعدد الذي طلبت في طريقه إليك.

● **الأخ / سانجي عبدالقادر ـ الجزائر**

أهلاً بك صديقاً للمجلة والمجلة في رسالتها تلائم جميع مستويات التعليم وللمعلومية فإن الأعداد التي طلبت في طريقها إليك.

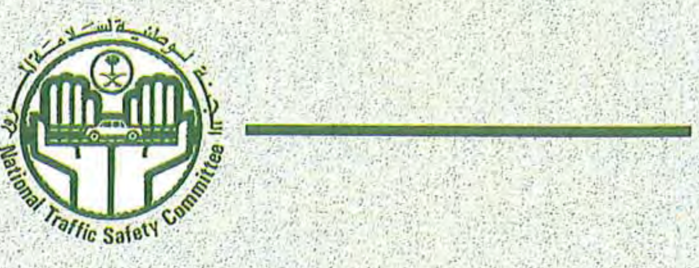
● **الأخ / محمد عبدالتواب البسطوي ـ الأحساء**

أهلاً بك صديقاً للمجلة وبناءاً على طلبك فقد ادرج اسمك في قائمة الإهداءات.

● **الأخ / أبو مصعب رحلة خالد / المدينة المنورة**

شكراً على مدحك وثنائك للمجلة والعاملين فيها ويسرنا ادراج اسمك في قائمة الإهداءات.





اللجنة الوطنية لسلامة المرور

هي إحدى اللجان الوطنية التي تشرف **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** على أعمالها ، والذي صدر قرار مجلس الوزراء الموقر رقم ٢١٥ بتاريخ ١٠/ ١٠/ ١٤٠٤هـ وكذلك القرار رقم ١٧١ بتاريخ ١٦/ ٨/ ١٤٠٥هـ بالموافقة على تشكيلها وتحديد المهام والأهداف المرسومة لها.

وتضم اللجنة الوطنية لسلامة المرور في عضويتها ممثلين عن ١٥ جهة حكومية ذات علاقة بالسلامة المرورية. وتعنى اللجنة بإجراء الدراسات والبحوث المتعلقة بجميع الجوانب المرورية بالمملكة سواء الهندسية أو الطبية أو التعليمية أو التوعية المرورية بهدف رفع وتعزيز مستوى السلامة والتوعية المرورية على الطريق .

هذا وتنطلق اللجنة في عملها من ثلاثة محاور رئيسية هي : ـ

١ ـ إقتراح وإجراء ومتابعة الدراسات البحثية المتعلقة بأهداف اللجنة .

٢ ـ تقديم الإستشارات النظرية والفنية والتطبيقية للجهات الحكومية .

٣ ـ المساهمة في تطوير وتنفيذ برامج السلامة المرورية .





الندوة الوطنية لسلامة المرور

تعتزم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية من خلال اللجنة الوطنية لسلامة المرور تنظيم ندوة علمية بعنوان الندوة الوطنية لسلامة المرور وذلك بمدينة الرياض في الفترة من ١٦ــ ١٨/ ١٠/ ١٤١٤هـ الموافق ٢٨ــ ٣٠/ ٣/ ١٩٩٤م .

ويأتي تنظيم هذه الندوة تحت رعاية المدينة لتسليط الضوء على إحدى أهم مشكلات العصر الحديث ولمناقشة العديد من الجوانب المتعلقة بتحقيق السلامة والتوعية المرورية ، أملاً في الوصول إلى توصيات ومقترحات عملية للتخفيف من أخطار وحدة هذه المشكلة ، ولتنعم بلادنا الغالية بالتطور الذي تشهده في قطاع النقل والمواصلات.

وللحصول على مزيد من المعلومات يرجى الإتصال على العنوان التالي :ـ

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة البرامج المنح

اللجنة الوطنية لسلامة المرور

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢

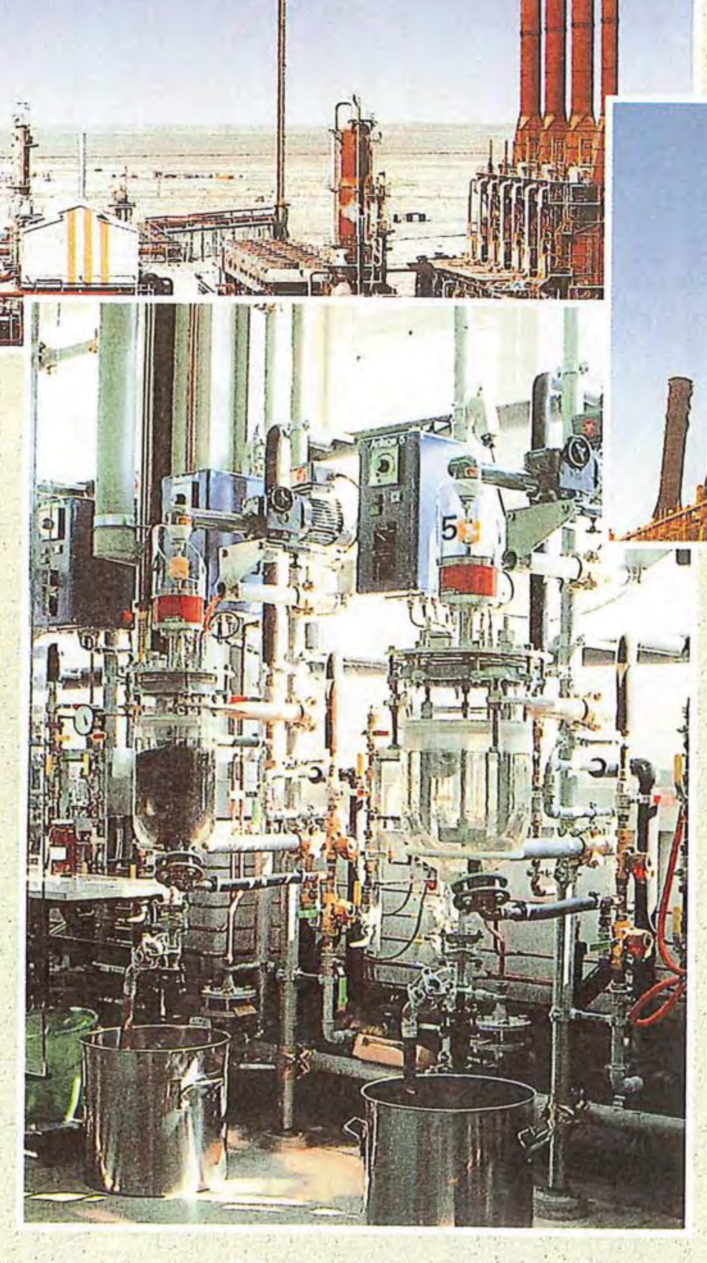
تليفون ٤٨١٣٣١٤ ــ فاكس ٤٨٨٣٩٧٨

في

العدد المقبل

الصناعات البتروكيميائية

الجزء الأول



وكيل التوزيع : الشركة السعودية للتوزيع
Saudi Distribution Co.
ص.ب ٥٥٢٠٢ الرياض ١١٥٣٤
هاتف ٤٧٧٩٤٤٤

مطابع الشرق الاوسط
تلفون ٤٠٢٧٦٣٣ ـ الرياض


مجلة العلوم والتقنية
مقال إنتاج النفط (ص ٣١)